ЭКСКАВАТОРЫ

ЭКГ-4,6А
4,6Б



Г. М. ЯРЦЕВ, П. В. ЖЕЛОБАНОВ,
Б. С. КАМЫШЕВ, В. А. СТАРЕНЬКИЙ

ЭКСКАВАТОРЫ ЭКГ-4,6А И ЭКГ-4,6Б

Конструкция и эксплуатация



ИЗДАТЕЛЬСТВО «МАШИНОСТРОЕНИЕ»
Москва — 1970

УДК 621.879.34

Экскаваторы ЭКГ-4,6А и ЭКГ-4,6Б. Конструкция и эксплуатация. Г. М. Ярцев, П. В. Желобанов, Б. С. Камышев, В. А. Старенький, М., изд-во «Машиностроение», 1970, 344 стр.

Экскаватор ЭКГ-4,6А выпускается Уралмашзаводом с 1965 г. и является модернизированной конструкцией экскаваторов ЭКГ-4 и ЭКГ-4,6. Некоторое дальнейшее совершенствование конструкции этого мощного, распространенного экскаватора произведено на модели ЭКГ-4,6Б. В книге описано устройство и эксплуатация механического оборудования этих экскаваторов, приведены их технические данные и конструктивные особенности. Освещены также основные вопросы организации экскаваторных работ и правил техники безопасности. Даны рекомендации по техническому обслуживанию, регулированию и смазке узлов, по последовательности монтажа экскаватора, а также по ремонту.

В разделе, посвященном электроприводу экскаваторов, дано описание электрооборудования и элементов схем управления. Освещены вопросы влияния нагрева электрических машин на механические характеристики и приведены способы температурной компенсации. Даны практические рекомендации по монтажу, наладке и эксплуатации электроприводов главных механизмов, а также по технике безопасности. Рассмотрены вопросы модернизации электропривода экскаваторов.

В связи с тем, что система управления электроприводом экскаваторов является сложной и от правильности ее наладки зависят эксплуатационные качества машин — такие как производительность и долговечность, данный раздел изложен расширенно, с привлечением теоретических положений.

Книга предназначена для обслуживающего персонала экскаваторов: машинистов, механиков, энергетиков и ремонтных слесарей. Она может быть полезна обучающимся на курсах машинистов экскаваторов. Табл. 39, илл. 185.

Главы I, III, IV, V и первые три раздела гл. II написаны П. В. Желобановым; последние три раздела гл. II (о смазке машин) написаны Б. С. Камышевым. Главы VI и VII написаны В. А. Старенький и главы VIII — XIV — Г. М. Ярцевым.

Рецензент: канд. техн. наук **А. К. Рейш**

ВВЕДЕНИЕ

На открытой добыче полезных ископаемых в горнорудной и угольной промышленности, карьерах строительных материалов, а также на строительстве гидроэлектростанций, каналов и промышленных объектов, где выполняется большой объем земляных работ, широкое применение нашли экскаваторы ЭКГ-4 Уралмашзавода. Они зарекомендовали себя как производительные и надежные землеройные машины, работающие в любых климатических условиях.

На основе изучения и обобщения накопленного опыта Уралмашзаводом была усовершенствована конструкция экскаватора и повышена надежность его узлов. С 1962 г., после модернизации, экскаватор получил обозначение ЭКГ-4,6 — емкость его ковша была увеличена до 4,6 $м^3$. В результате модернизации производительность экскаватора увеличилась на 12—15%.

В целях дальнейшего повышения надежности и износостойкости деталей механизмов и электрооборудования экскаватора, а также улучшения условий труда машиниста были разработаны и в 1965 г. внедрены новые конструктивные мероприятия, результатом которых явился выпуск экскаватора ЭКГ-4,6А (рис. 1). В этой машине упрочнены балки рукояти, введен автоматический ограничитель хода рукояти. Повышены износостойкость и работоспособность днища ковша за счет изготовления его литым из легированной стали и установки тормозящего устройства. Усилены седловые подшипники, их конструкция выполнена цельнолитой. Повышена надежность и долговечность деталей поворотного редуктора, а также деталей установки барабана и вала шестерни редуктора подъемной лебедки. Для улучшения условий смазки механизмов применена система централизованной смазки. Изменена конструкция кузова и кабины машиниста. Усилены замки для крепления гусеничных рам с нижней рамой. Повышена прочность колес бортовой передачи гусеничного хода. Продольный вал ходового механизма установлен на подшипниках качения. Металлоконструкции поворотной и нижней рам изготовлены из более прочной, низколегированной стали. Для привода поворота применяются более мощные электродвигатели с последовательным соединением.

*

Эти мероприятия позволили повысить гарантийный срок экскаватора в 1,5 раза.

Продолжая дальнейшее совершенствование конструкции экскаватора, завод в 1967 г. перешел на производство модернизированных машин марки ЭКГ-4,6Б. В них по сравнению с экскаватором

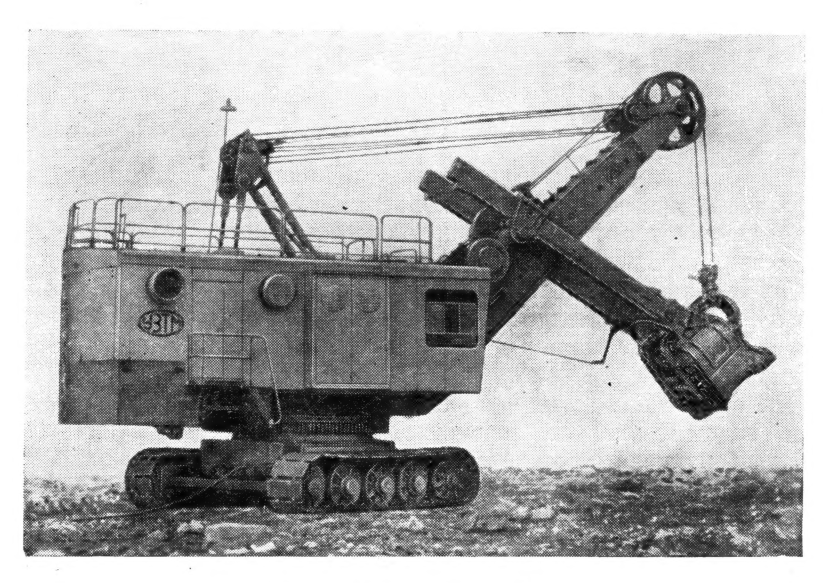


Рис. 1. Экскаватор ЭКГ-4,6А

ЭКГ-4,6А изменена конструкция механизмов ходовой тележки и рабочего оборудования. Все зубчатые передачи ходового механизма помещены в одном редукторе в масляной ванне, трансмиссии из нижней рамы исключены. Узлы гидросистемы размещены на боковой стенке нижней рамы. Рукоять ковша выполнена цельносварной, с увеличенным сечением балок. Усилена задняя стенка ковша, в механизме открывания днища ковша предусмотрен редуктор для увеличения усилия выдергивания засова. Кровля кузова выполнена со съемными панелями для удобства демонтажа оборудования при ремонте механизмов на поворотной платформе.

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ

УСТРОЙСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЭКСКАВАТОРОВ ЭКГ-4,6А И ЭКГ-4,6Б

Глава I

УСТРОЙСТВО ЭКСКАВАТОРА

ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

Экскаватор ЭКГ-4,6А (обозначение расшифровывается: Э — экскаватор, К — карьерный, Г — гусеничный, 4,6 — емкость ковша в *м*³ и А — буквенный индекс, обозначающий модификацию модели) является землеройной машиной, предназначенной для разработки и погрузки в транспортные средства твердых грунтов, разрыхленных взрыванием, на открытых работах по добыче полезных ископаемых и строительных материалов, а также на строительстве крупных гидротехнических и промышленных сооружений.

Экскаватор ЭКГ-4,6А (рис. 2) имеет следующие основные части: ходовую тележку *3*, поворотную платформу *2* с механизмами и силовым оборудованием, рабочее оборудование *1*. Рабочие и габаритные размеры экскаватора ЭКГ-4,6А приведены на рис. 3.

Ходовая тележка (рис. 4) является опорной базой экскаватора, на которой размещается поворотная платформа со всеми механизмами и рабочим оборудованием, и служит для передвижения машины. Она состоит из нижней рамы *5*, зубчатого венца *4*, роликового опорного круга *3*, ходового механизма *2*, гусеничного хода *1* и гидравлической системы управления *6*.

Нижняя рама представляет собой коробку комбинированной сварной конструкции из листовой стали с отливками и штампованными замками. Рама опирается на гусеничный ход малоопорной конструкции, состоящий из двух литых гусеничных рам с опорными, натяжными и ведущими колесами, на которых натянуты гусеничные цепи.

Привод гусеничных цепей осуществляется от ходового механизма через бортовые зубчатые передачи, расположенные в картерах гусеничных рам.

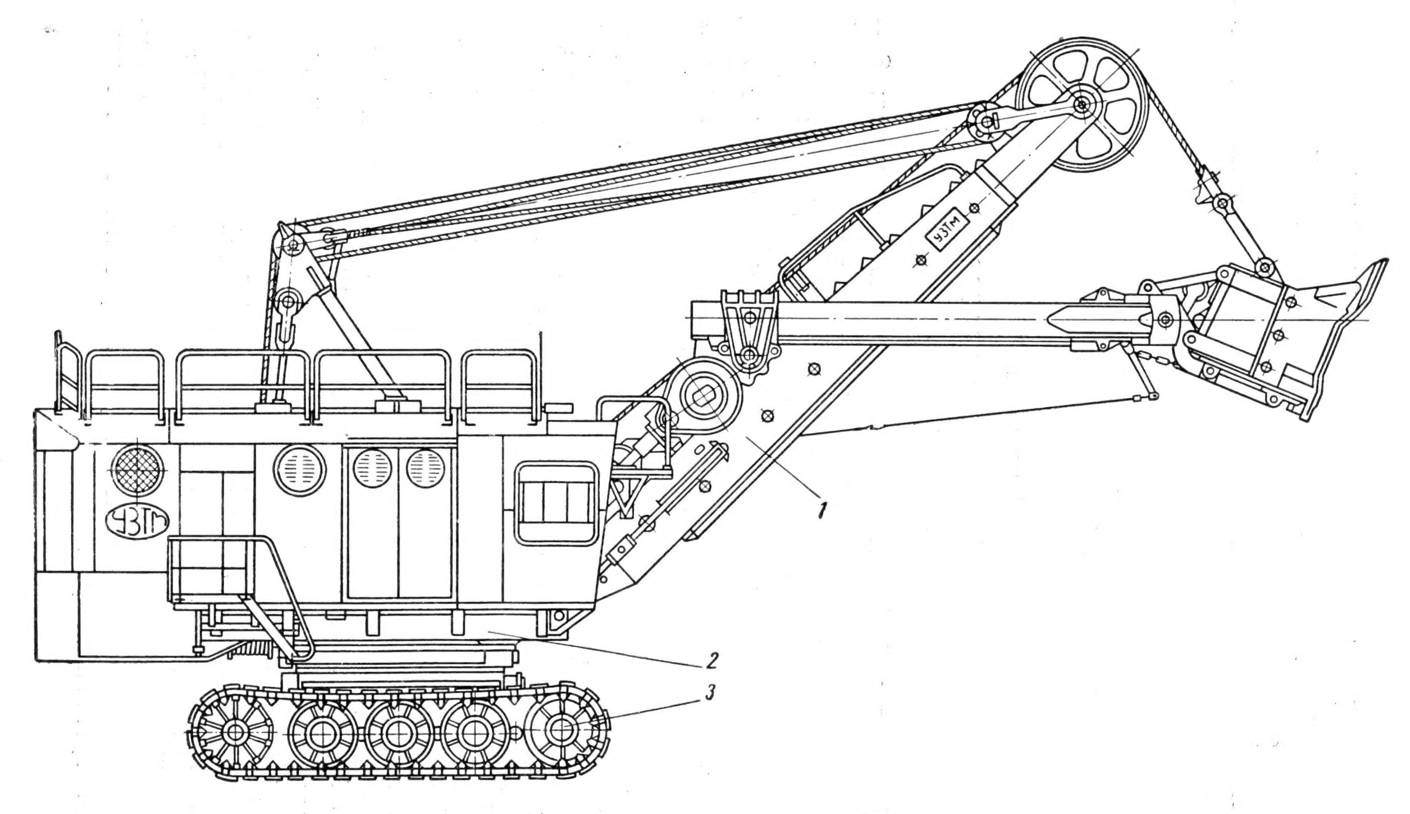


Рис. 2. Общий вид экскаватора ЭКГ-4,6А

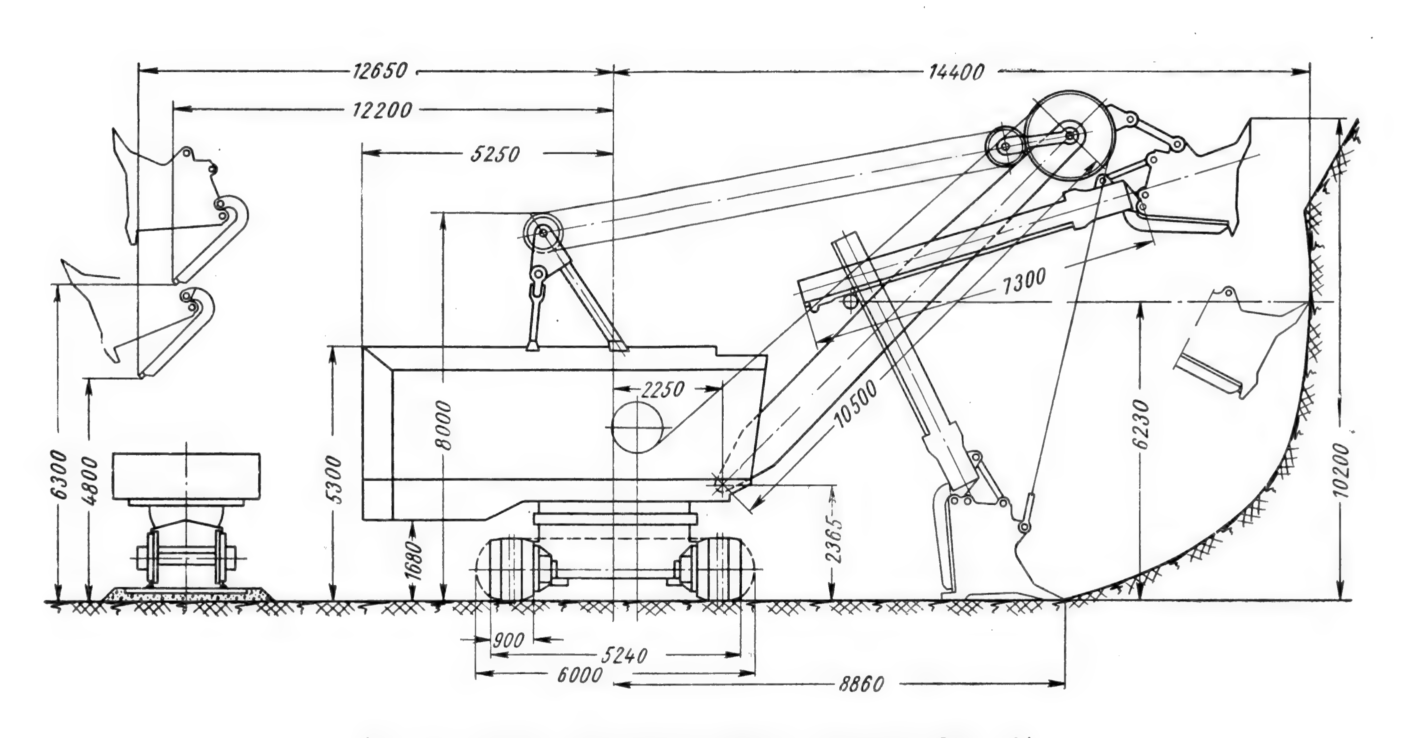


Рис. 3. Рабочие и габаритные размеры экскаватора ЭКГ-4,6А

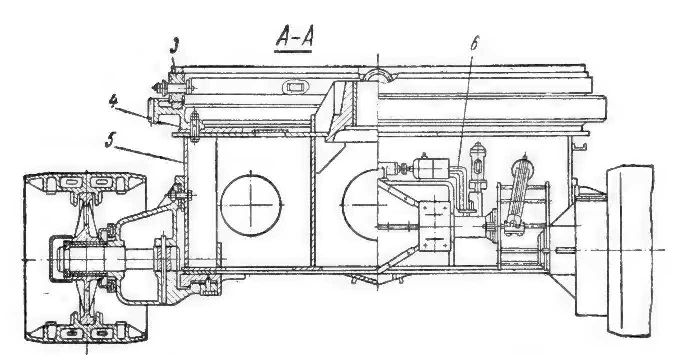


Рис. 4. Ходовая тележка экскаватора ЭКГ-4,6А

В расточках отливок нижней рамы располагаются валы с установленными на них шестернями ходового механизма. На передней стенке нижней рамы установлен электродвигатель, колодочный тормоз и редуктор хода. На противоположной стенке находится гидравлическая система управления тормозом хода и муфтами переключения гусениц.

К верхней части нижней рамы прикреплен зубчатый венец *4*, на котором установлен опорный роликовый круг *3*. На роликовый круг устанавливается поворотная платформа с механизмами.

Поворотная платформа предназначена для размещения основных механизмов, электрического привода, узлов рабочего оборудования, кабины управления, а также вспомогательной аппаратуры.

Поворотная платформа составляет поворотную часть экскаватора, которая может вращаться на 360°. Вследствие этого экскаватор называется полноповоротным.

В поворотную платформу (рис. 5) входит поворотная рама *17*, корпус противовеса *21* и две вспомогательные боковые площадки *19* и *15*. Поворотная рама представляет собой комбинированную сварную плиту. Корпус противовеса имеет пустотелую коробчатую конструкцию для загрузки дополнительного балласта.

На поворотной платформе расположены подъемная лебедка *3*, два поворотных механизма *5*, компрессорная установка *14*, пневматические системы управления тормозами механизмов, станции централизованной системы смазки *13*, двуногая стойка *4* подвески стрелы, высоковольтное распределительное устройство *2*, трансформатор собственных нужд *12*, пятимашинный генераторный агрегат *11* и другое электрооборудование.

На правой площадке установлена кабина машиниста *18* с аппаратурой управления. Внизу к платформе прикреплена лебедка *10* для подъема стрелы. Поворотная платформа скреплена с ходовой тележкой при помощи центральной цапфы *9*. Высоковольтный кольцевой токоприемник *8* установлен между поворотной рамой и рамой ходовой тележки. Электрооборудование и все механизмы на поворотной платформе закрыты легким металлическим кузовом *1*.

Подъемная лебедка производит подъем рабочего органа экскаватора и состоит из электродвигателя, редуктора, имеющего зубчатую пару с шевронными зубьями, открытой зубчатой пары с прямыми зубьями и барабана. На промежуточном валу установлен ленточный тормоз. Валы подъемной лебедки соединены между собой посредством эластичных муфт. Подъем стрелы в рабочее положение производится стреловой лебедкой, для привода которой используется электродвигатель подъемной лебедки.

Стреловая лебедка представляет собой червячный редуктор с барабаном. Для торможения применяется ленточный тормоз, который постоянно затянут и размыкается только при опускании стрелы.

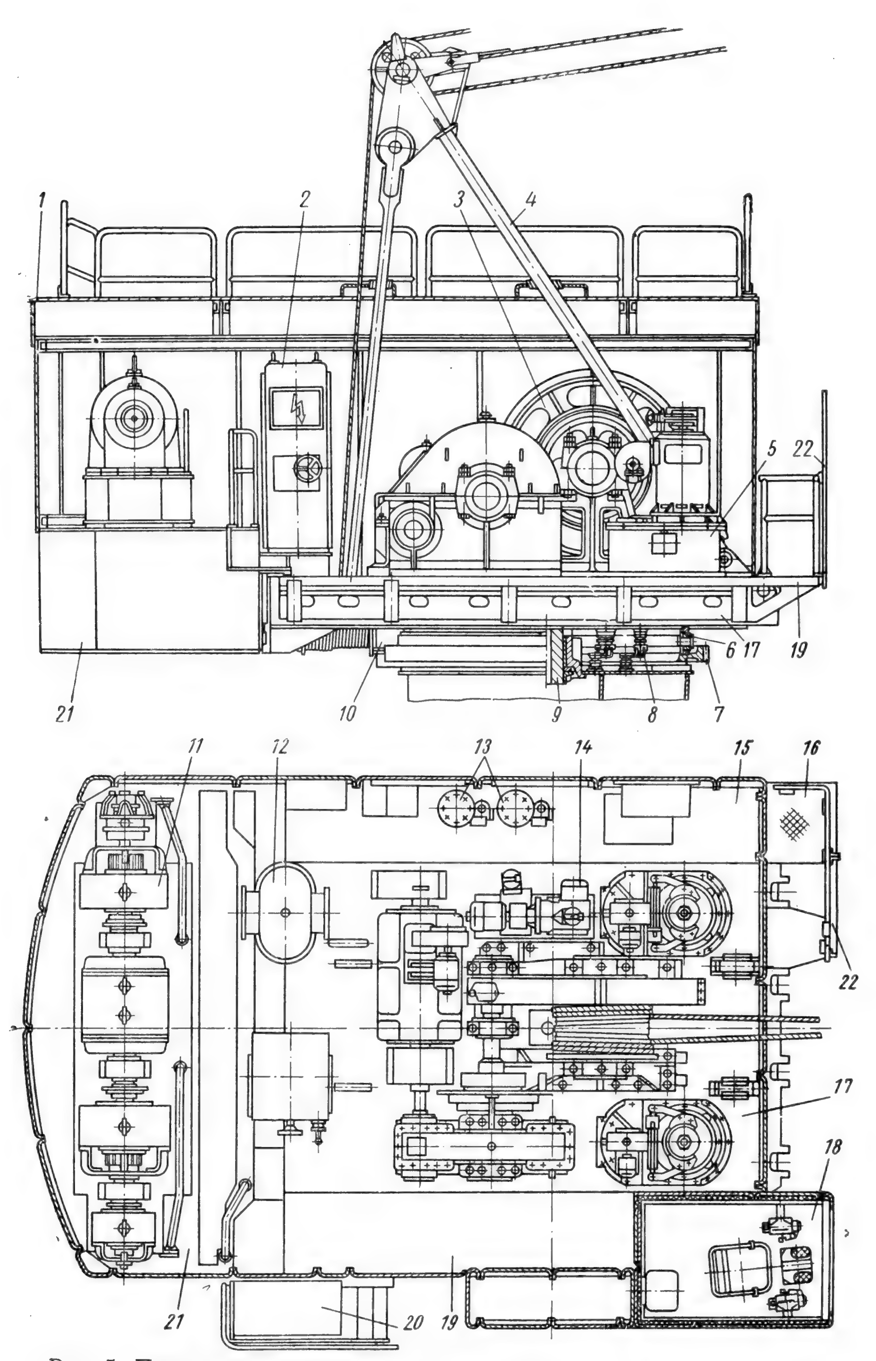


Рис. 5. Поворотная платформа экскаватора ЭКГ-4,6А с механизмами

Для вращения поворотной части экскаватора служат два поворотных механизма, состоящих из электродвигателя и редуктора с цилиндрическими зубчатыми колесами. Вал-шестерня поворотного редуктора входит в зацепление с зубчатым венцом, закрепленным неподвижно на нижней раме. Вращаясь, вал-шестерня обегает зубчатый венец и поворачивает поворотную платформу. Поворот осуществляется в обе стороны. На верхнем фланце электродвигателя установлен пневматически управляемый колодочный тормоз.

Пневматическая система управления тормозами механизмов состоит из компрессорной установки, воздухосборника, трех

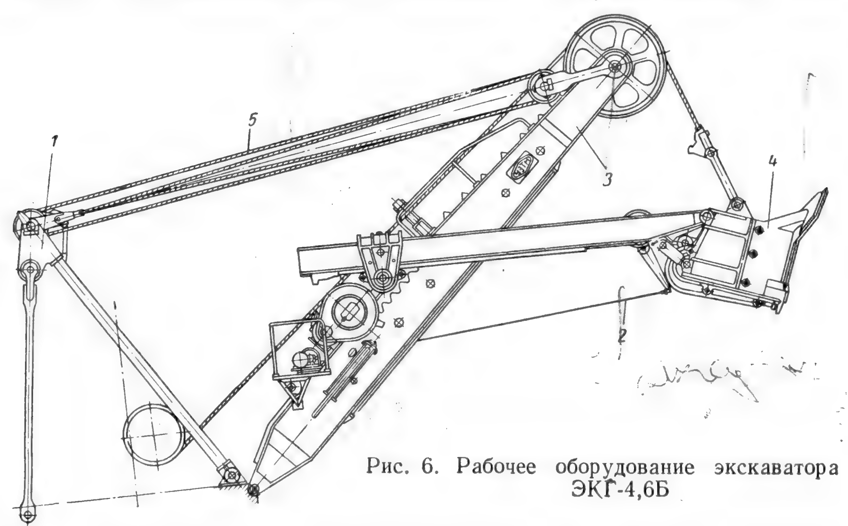


Рис. 6. Рабочее оборудование экскаватора ЭКГ-4,6Б

электропневматических распределителей, реле давления, воздухопровода, звукового сигнала и других приборов.

Две станции централизованной системы смазки служат для смазывания зубчатого венца *7* поворотного механизма, открытой зубчатой пары подъемной лебедки, рельса роликового круга *6*, а также подшипников качения и скольжения механизмов экскаватора.

Рабочее оборудование. Прямая лопата экскаватора ЭКГ-4,6Б (рис. 6) включает в себя стрелу *3* с напорным механизмом, ковш *4* с рукоятью, двуногую стойку *1*, полиспаст *5* для подвески стрелы и механизм *2* открывания днища ковша.

Рабочее оборудование экскаватора ЭКГ-4,6А в обычном исполнении (рис. 7) имеет те же узлы и отличается лишь конструкцией рукояти.

Копание грунта производится ковшом при помощи напорного механизма, а подъем ковша производится подъемной лебедкой.

Стрела имеет сварную конструкцию прямоугольного сечения и служит для установки маханизма напора, рукояти с ковшом и механизма открывания днища ковша. Нижним концом стрела

установлена на поворотной платформе, а за верхний конец подвешена при помощи канатного полиспаста к двуногой стойке.

Ковш сварен из двух литых стенок, имеет открывающееся литое днище. Он жестко соединен с рукоятью двухбалочной конструкции, охватывающей стрелу и установленной в седловых под-

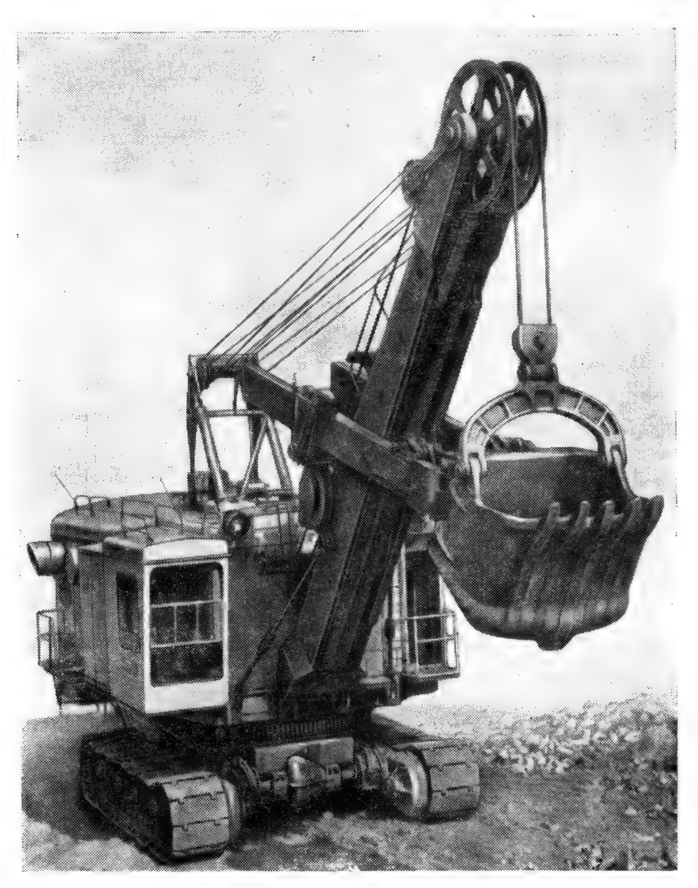


Рис. 7. Рабочее оборудование экскаватора ЭКГ-4,6А

шипниках напорного механизма. Через коромысло и блок ковш соединен с канатом подъемной лебедки.

Напорный механизм имеет электродвигатель, который через цилиндрические зубчатые колеса вращает напорный вал с кремальерными шестернями, находящимися в зацеплении с рейками, приваренными к рукояти, и заставляет последнюю двигаться вперед или назад. Тормоз напора установлен на втором конце вала электродвигателя.

Механизм открывания днища ковша приводится также от электродвигателя и имеет барабан с канатом, посредством которого через систему рычагов выдергивается засов днища ковша и происходит его открывание.

Силовое оборудование. Главные механизмы экскаватора приводятся в движение от электродвигателей постоянного тока серии ДП по системе управления генератор—двигатель с силовыми магнитными усилителями. Двигатели получают питание от пятимашинного генераторного агрегата, приводом которого является высоковольтный асинхронный электродвигатель переменного тока. Вспомогательные механизмы также приводятся в движение от асинхронных электродвигателей переменного тока. Управление всеми движениями экскаватора осуществляется из кабины машиниста при помощи ручных и ножных командоконтроллеров.

Технические данные экскаватора ЭКГ-4,6А

Основные данные	
Емкость ковша в $м^3$	4,6
Расчетная продолжительность цикла при повороте на 90° в *сек*	23
Рабочий вес в *т*	193 (195) *
В том числе дополнительного насыпного противовеса (заводом не поставляется)	31 (33) *
Удельное давление на грунт в $кГ/см^2$	2,15
Длина стрелы в *м*	10,5
» рукояти в *м*	7,3 (7,8) *
Ходовой механизм	
Скорость передвижения экскаватора по горизонтальной площадке в *км/ч*	0,45 (0,58) *
Максимальный угол подъема, преодолеваемый экскаватором, в *град*	12
Максимальное тяговое усилие гусениц в *т*	80
Диаметр тормозного шкива механизма хода в *мм*	355
Подъемная лебедка	
Скорость подъема ковша в *м/сек*	0,87
Максимальное усилие на блоке ковша в *т*	45
Диаметр в *мм*:	
подъемного барабана	1050
подъемного каната	39
тормозного шкива подъемной лебедки	900
Напорный механизм	
Скорость напора в *м/сек*	0,95
Максимальное напорное усилие в *т*	20,5
Диаметр тормозного шкива напорного механизма в *мм*	355
Поворотный механизм	
Число оборотов в минуту поворотной платформы при установившемся движении	3,0—3,5
Диаметр тормозного шкива поворотного механизма в *мм*	355

Стреловая лебедка

Скорость в *м/мин*:	
навивки каната стреловой лебедки	15,2
подъема стрелы	1,9
Диаметр в *мм*:	
барабана стреловой лебедки	360
стрелового каната	30
тормозного шкива стреловой лебедки	300

Механизм открывания ковша

Скорость навивки каната механизма открывания днища в *м/сек*	3
Максимальное усилие в канате механизма открывания ковша в *т*	0,4
Диаметр в *мм*:	
барабана механизма открывания ковша	160
каната » » »	10,5 (11) *

Электрооборудование

Напряжение подводимого тока в *в* (ток переменный 50 периодов в 1 *сек*)	$\frac{6000}{3000}$
Мощность в *квт*:	
приводного двигателя генераторного агрегата	250
двигателя подъема	175
» напора	54
» поворота	60×2
» хода	54

Рабочие параметры

Угол наклона стрелы в *град*	45
Наибольший радиус копания в *м*	14,4
Наибольшая высота копания в *м*	10,0
Наибольший радиус выгрузки в *м*	12,65
Наибольшая высота выгрузки в *м*	6,3 (6,45) *
Радиус копания на уровне стоянки экскаватора в *м*	9,0

Габаритные размеры в *м*

Габаритный радиус вращения хвостовой части поворотной платформы	5,25
Габаритная ширина кузова с кабиной	5,48
» высота кузова	5,3 (5,46) *
Просвет под поворотной платформой	1,68 (1,85) *
Высота оси пяты стрелы от уровня стоянки	2,4 (2,5) *
Расстояние от оси пяты стрелы до оси вращения экскаватора	2,25
Длина гусеничного хода	6,0
Ширина гусеничного хода	5,24
» гусеничных цепей	0,9

Передаточные числа механизмов

Ходового	518,1 (441,963) *
Подъемной лебедки	46,1
Стреловой лебедки	54,5
Напорного	38,1
Поворотного	398,8
Лебедки открывания ковша	(2,12) *

* Данные относятся к экскаватору ЭКГ-4,6Б.

РАБОЧЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Ковш

С помощью ковша производится забирание и транспортирование грунта к месту разгрузки. Ковш (рис. 8) имеет корпус *1*, на передней стенке которого установлено пять зубьев *9*, отлитых из марганцовистой стали. Снизу корпус закрыт днищем *3*, подвешенным при помощи пальцев *6* к задней стенке. Для ограничения колебаний днища служит механизм торможения *2*, прикрепленный

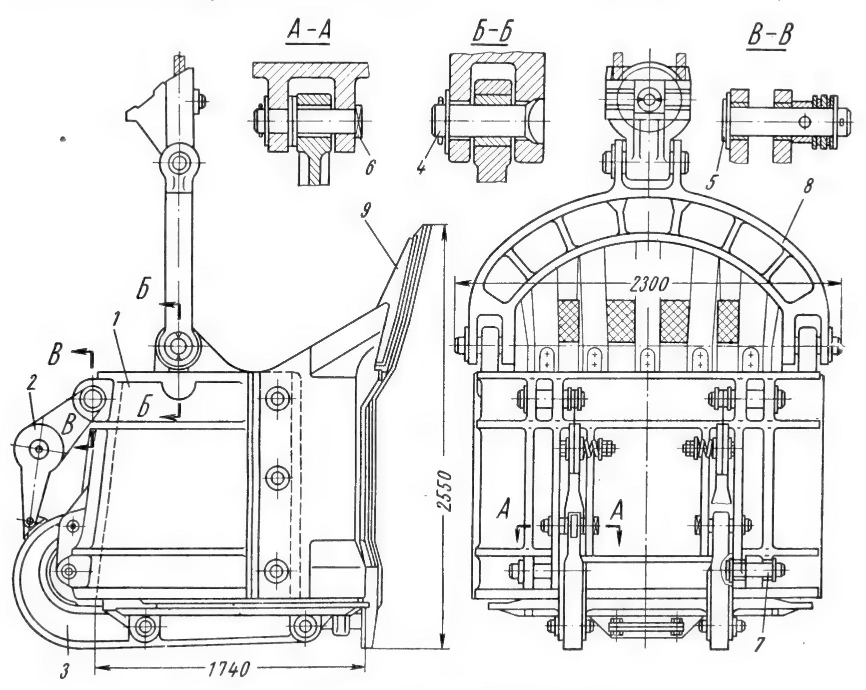


Рис. 8. Ковш экскаватора ЭКГ-4,6А

также к задней стенке и петлям днища. С помощью валиков *4* к проушинам корпуса ковша прикреплено коромысло *8*. Пальцы *5* и *7* служат для соединения ковша с рукоятью.

Корпус ковша (рис. 9) состоит из передней стенки *3*, отлитой из высокомарганцовистой стали Г13Л, и задней литой стенки *5* из стали 35Л. Передняя стенка охватывает заднюю; между собой стенки соединены шестью стальными пробками *2*, которые приварены к стенкам. На передней стенке предусмотрены места для посадки и крепления зубьев. Режущая кромка, а также пята и нижний пояс имеют наплавку *4* из твердого сплава для повышения износостойкости. На задней стенке предусмотрены проушины с калеными втулками *6* для крепления к рукояти и проушины

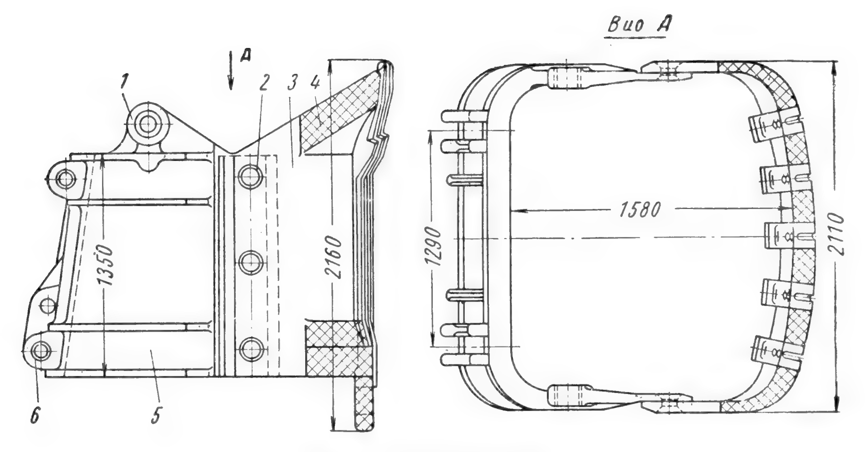


Рис. 9. Корпус ковша

Рис. 10. Днище ковша

с калеными втулками *1* для соединения с коромыслом, а также для подвески днища.

Днище *1* ковша (рис. 10) отлито из высокомарганцовистой стали Г13Л; две петли *8* присоединены к днищу валиками *9*. Для запирания днища служит засов *5*, к которому болтом *10* прикреплен рычаг *4*, соединенный одним концом с болтом *6*, а вторым — с цепью *2*. На болт *6* надеты регулировочные шайбы *7*. Упор *3* предназначен для ограничения хода рычага *4* и засова *5*.

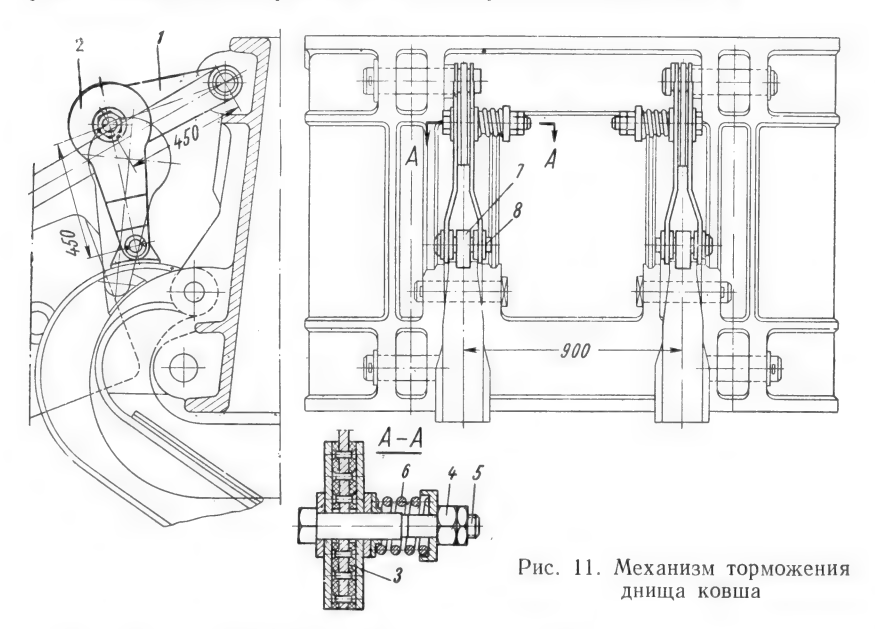


Рис. 11. Механизм торможения днища ковша

Механизм торможения днища ковша (рис. 11) состоит из двух одинаковых механизмов, включающих рычаг *1* с приклепанными тормозными обкладками *3* и рычаги *2*, соединенные болтом *5* и поджатые пружиной *6*. Гайки *4* служат для регулирования тормозного момента. Палец *8* соединяет рычаги *2* с приваренной к петле проушиной *7*.

Коромысло *1* ковша (рис. 12) отлито из высокомарганцовистой стали Г13Л; оно имеет стальную обойму *3* и чугунный блок *4*, вращающийся на валике *5*. Палец *2* соединяет обойму *3* с коромыслом *1*.

Механизм открывания днища ковша (рис. 13) состоит из электродвигателя *2*, расположенного на площадке стрелы, барабана *1*, установленного на конце вала двигателя, каната *3*, закрепленного одним концом на барабане *1* и вторым — в проушине *4*, вертлюга *5*, предотвращающего скручивание и образование петель каната, рычага *6*, валика *7* и рычага *8*, соединенного с цепью днища.

Рис. 12. Коромысло ковша

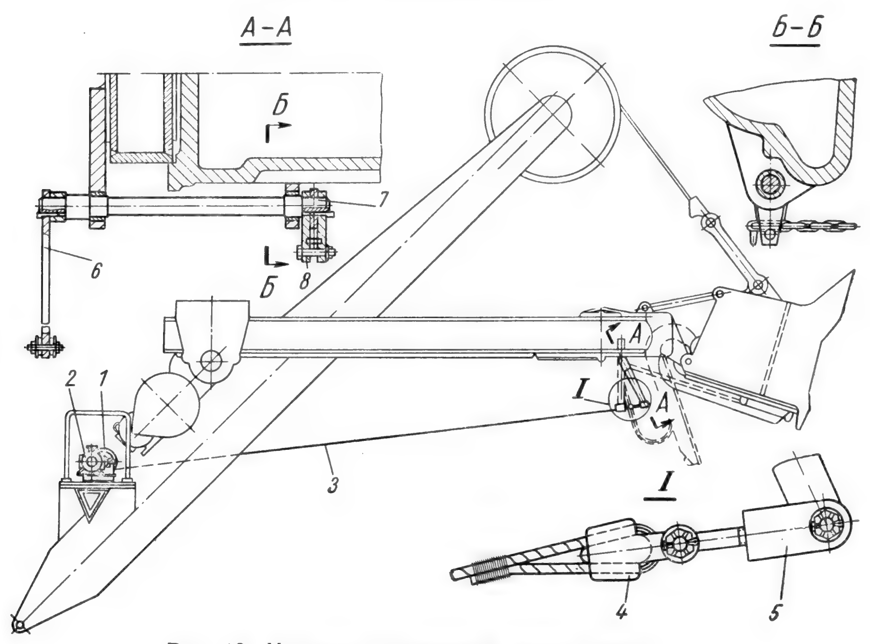


Рис. 13. Механизм открывания днища ковша

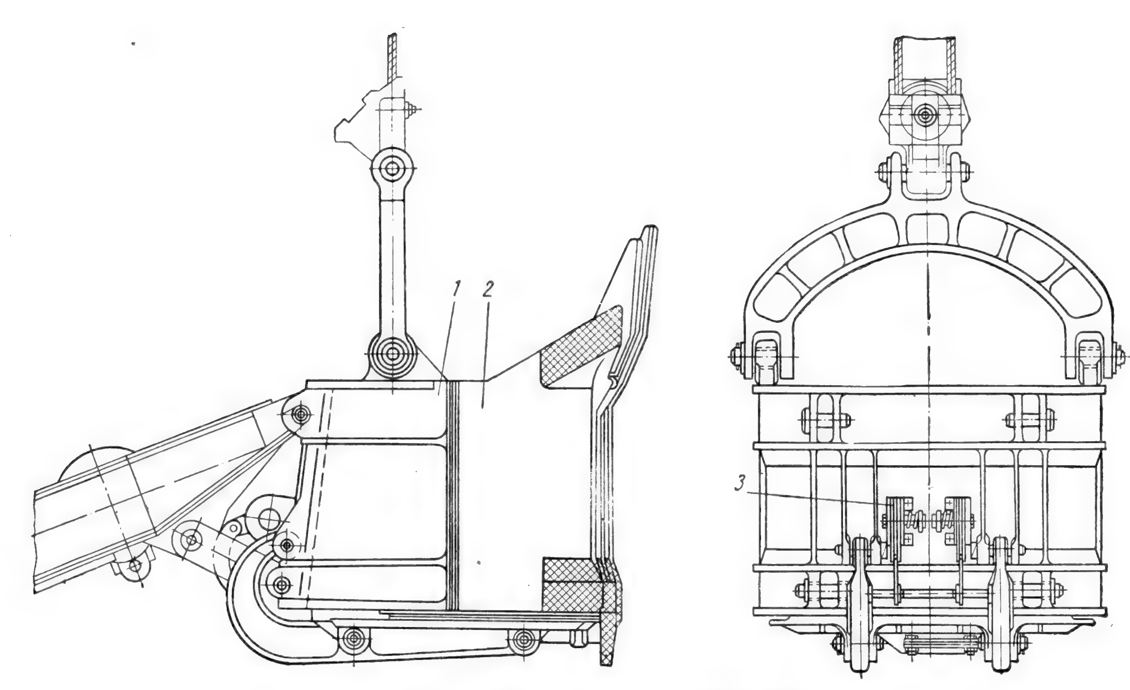


Рис. 14. Ковш экскаватора ЭКГ-4,6Б

Двигатель *2* постоянно включен с моментом, обеспечивающим только натяжение каната *3*. Для открывания днища машинист увеличивает ток в цепи двигателя, и вал двигателя, вращаясь, наматывает на барабан канат *3*, который через рычаги *6* и *8* выдергивает засов днища. Для закрывания днища ковш опускается в нижнее положение, засов под собственным весом попадает в окно пяты передней стенки ковша.

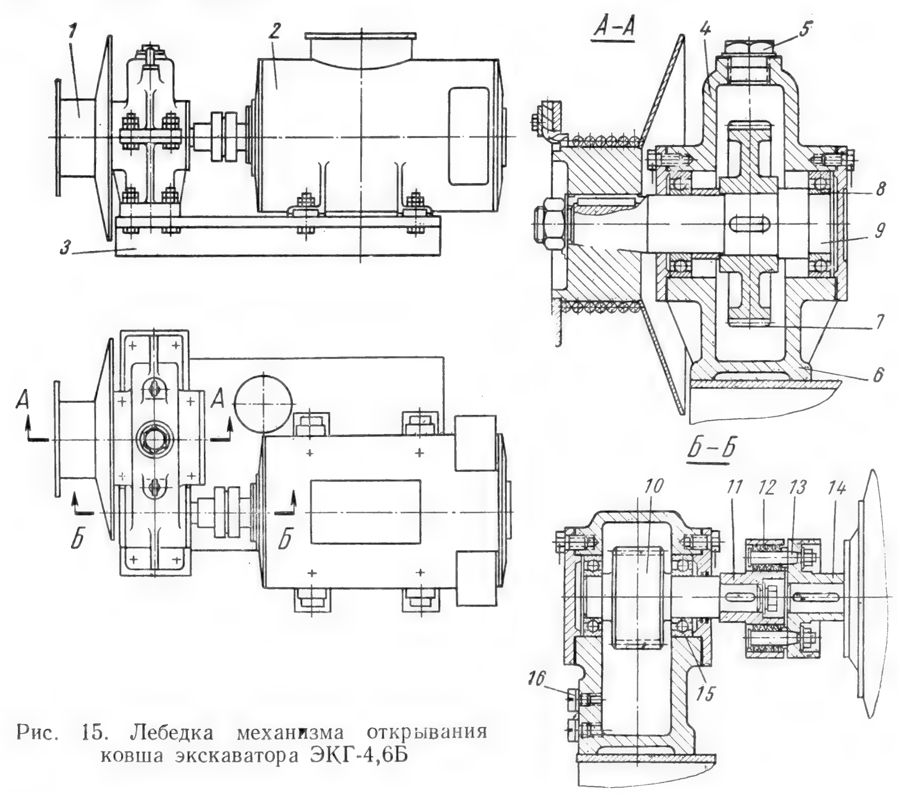


Рис. 15. Лебедка механизма открывания ковша экскаватора ЭКГ-4,6Б

На экскаваторе ЭКГ-4,6Б задняя стенка ковша усилена. Верхние проушины для соединения со сварной рукоятью разнесены до 105 *мм*. Ряд экскаваторов имеет ковши со стенками, сваренными встык, без соединительных пробок. Механизм торможения днища крепится болтами непосредственно к задней стенке ковша и рычагами — к сплошному валику, установленному концами в петлях днища.

На рис. 14 изображен ковш со стенками *1* и *2*, сваренными между собой встык, и измененной конструкцией механизма *3* торможения днища.

Во время ухода за ковшом необходимо следить за состоянием соединения стенок, за величиной износа режущей части и пяты

передней стенки, а также за состоянием зубьев и засова. При износе переднюю стенку, зубья и конец засова следует восстановить наплавкой электродами типа «Сормайт 1». При затуплении (износе) зубьев ковша более 60% выступающей части, их следует заменить. Проверяется работа механизма торможения днища.

Лебедка механизма открывания ковша (рис. 15) применяется на экскаваторе ЭКГ-4,6Б. Барабан *1* приводится в движение от электродвигателя *2* через зубчатую цилиндрическую пару *10* и *7*. Шестерня *10* (число зубьев 32, модуль 3) выполнена заодно с валом из стали 38ХГН твердостью *НВ* 234—278. Зубчатое колесо *7* (68 зубьев) откована из стали 50 с твердостью *НВ* 187—229 и напрессовано на вал *9*, на конце которого закреплен барабан *1*. Оба вала вращаются на подшипниках качения *8* и *15*. Зубчатая пара помещена в масляной ванне чугунного корпуса *6* и закрыта крышкой *4*. Боковой зазор передачи равен 0,17—0,47 *мм*; пятно контакта равно 45% высоты зуба и 60% ширины зуба. Смазка передачи жидкая — окунанием. Масло заливается через отверстие в крышке, закрытое пробкой *5*; уровень масла контролируется по отверстию на боковой стенке корпуса, закрываемому пробкой *16*. Редуктор и электродвигатель смонтированы на металлическом постаменте *3*. Приводной вал редуктора соединен с валом электродвигателя посредством эластичной пальцевой муфты, состоящей из полумуфт *11* и *14* и пальцев *13* с резиновыми кольцами *12*. Передаваемый момент редуктора 18 *кГ·м*, $i = 2{,}12$.

Во время эксплуатации лебедки нельзя допускать попадания каната между барабаном и редуктором во избежание выхода из строя деталей механизма открывания. Регулярно следить за смазкой, которую производить в соответствии с картой смазки. Систематически проверять крепление барабана на валу, а также крепление редуктора и электродвигателя.

Рукоять

Конструкция рукояти изображена на рис. 16. Две балки *7* коробчатого сечения сварной конструкции из низколегированной листовой стали 10ХСНД установлены в пазах концевой отливки *6*, отлитой из углеродистой стали 35Л. Каждая балка прикрепляется к концевой отливке с помощью пальца *9* с втулкой *10* и корончатой гайкой *11*, а также — двух болтов *16* с гайками *17*, упоров *15* и *3*, привариваемых к балке. Упор *3* предварительно сваривается с секциями реек *2*, которые затем привариваются к балке сплошным швом. На задних концах балок устанавливаются с помощью болтов *8* съемные упоры *1*, предназначенные для ограничения движения рукояти. Концевая отливка нижними проушинами с запрессованными втулками *4* и тягами *5* через валики *12* соединяется с проушинами задней стенки ковша. В проушинах отливки под валики *12*, так же как и под тяги *5*, установлены стальные закаленные втулки *13*.

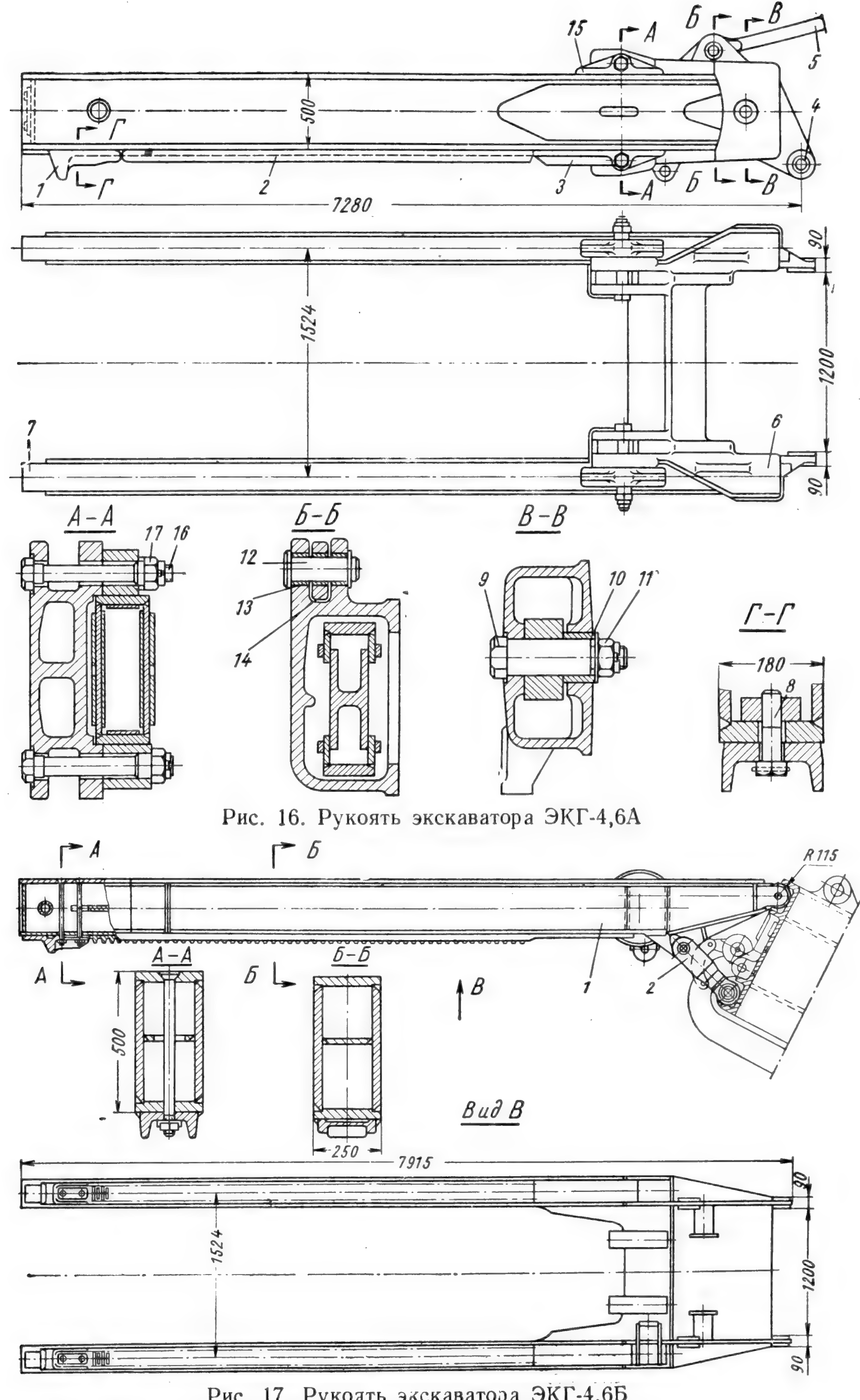


Рис. 16. Рукоять экскаватора ЭКГ-4,6А

Рис. 17. Рукоять экскаватора ЭКГ-4,6Б

На экскаваторах в северном исполнении, а также на экскаваторе ЭКГ-4,6Б применяется усиленная цельносварная рукоять, конструкция которой приведена на рис. 17. Сечение балок *1* этой рукояти увеличено, также увеличена толщина проушин тяг *2* для соединения с ковшом, их крепление производится снизу.

При уходе за рукоятью следует производить смазку реек согласно карте смазки и следить за состоянием металлоконструкций (при обнаружении трещин их необходимо ограничить засверловкой, разделать фаску и заварить), а также за болтовыми креплениями.

Стрела

Стрела (рис. 18) состоит из корпуса *1* коробчатого сечения сварной конструкции из листовой стали 09Г2С, напорного механизма *7*, направляющих роликов *3*, установки головных блоков *5* и блоков *4* подвески стрелы. Для обслуживания механизмов стрелы предусмотрена площадка *2*. С нижней стороны, для защиты стрелы от случайных ударов рукоятью установлены два деревянных амортизатора *6*, закрытых швеллерами. Стрела литыми пятами опирается в специальные гнезда в передней балке поворотной платформы и при помощи канатной подвески за блоки *4* устанавливается под углом 45° к горизонту. Для предохранения от выскакивания пят из гнезд служат валики *9*, установленные с зазором в отверстиях пят и проушин передней балки. В горизонтальной плоскости стрела удерживается тягами *8*, закрепленными головками в кронштейнах стрелы, и валиками *10* в проушинах передней балки.

Напорный механизм служит для создания движения рукояти вперед и назад. Кинематическая схема напорного механизма приведена на рис. 19. Электродвигатель *1* приводит в движение напорный механизм через зубчатую передачу *2—3*. Зубчатое колесо *3* соединено с промежуточной вал-шестерней *6* посредством фрикционной предохранительной муфты *4*. Вал-шестерня *6* передает вращение зубчатому колесу *7*, закрепленному на напорном валу, на концах которого установлены две кремальерные шестерни *9*, находящиеся в зацеплении с зубчатыми рейками *8* рукояти. Для торможения напорного механизма служит тормоз *5*, смонтированный на втором конце электродвигателя *1*.

Характеристика зубчатых передач приведена в табл. 1.

Узлы напорного механизма изображены на рис. 20 и 21. Электродвигатель постоянного тока (рис. 20) смонтирован на специальных бонках *2*, которые привинчены к корпусу *3* стрелы. Такое крепление двигателя позволяет при ремонте быстро откреплять и снимать его, а также устанавливать обратно. На одном конце вала двигателя на шпонке сидит моторная шестерня *1*, находящаяся в зацеплении с зубчатым колесом *19* промежуточного вала. На втором конце электродвигателя, также на шпонке, установлен тормозной шкив *4* колодочного тормоза *5*, прикрепляемого на

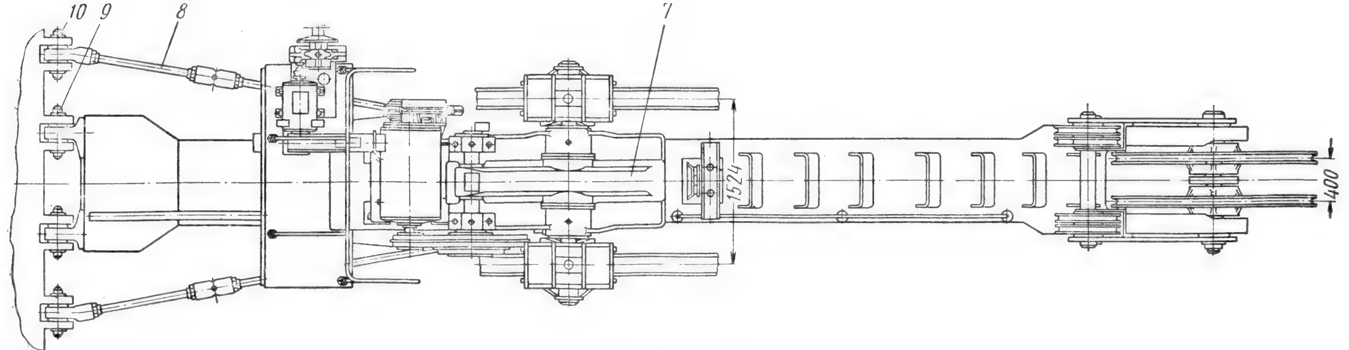


Рис. 18. Стрела

торце двигателя. Моторная шестерня *1* изготовлена из стали 38ХГН, термически обработана и имеет твердость *HB* 241—286; зубья шестерни после закалки т. в. ч. имеют твердость *HRC* 40. Тормозной шкив отлит из стали 35Л, наружная поверхность его подвергнута закалке т. в. ч. до твердости *HRC* ⩾ 32.

Зубчатое колесо *19*, установленное на подшипниках качения *17*, отлито из стали 35ХНЛ и термически обработано до твердости *HB* 241—286. Колесо соединено с промежуточной вал-шестерней *7* посредством муфты предельного момента. Муфта состоит из шкива *18*, сидящего на одном конце вал-шестерни на шлицах, и двух колодок *20*, охватывающих шкив. Колодки соединены между собой стяжкой *21* и скреплены с зубчатым колесом пальцем *22*. Колодки штампуются из углеродистой стали, внутренние поверхности их облицовываются тормозной лентой. Шкив *18* отлит из стали 35Л. Зубчатое колесо с муфтой статически отбалансировано. Моторная шестерня *1*, зубчатое колесо *19* и муфта предельного момента закрыты штампованным кожухом *16*. Промежуточная вал-шестерня *7*, вращаясь в подшипниках *9*, которые установлены в расточках напорной плиты *15* стрелы, входит в зацепление с напорным зубчатым колесом *10* (рис. 21).

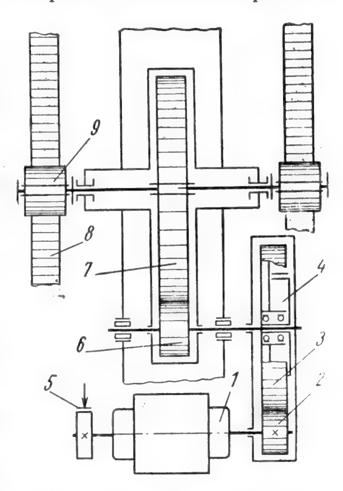


Рис. 19. Кинематическая схема напорного механизма

Подшипники *9* (рис. 20) защищены врезными крышками *8* с уплотнением от попадания грязи и для сохранения смазки. Под-

Таблица 1

Характеристика зубчатых передач напорного механизма

Наименование передачи	Обозначение (рис. 19)	Число зубьев	Модуль в *мм*	Диаметр делительной окружности в *мм*	Длина зуба в *мм*	Коэффициент коррекции
От двигателя к промежуточному валу	*2—3*	22	8	176	100	0
		122	8	976	90	0
От промежуточного вала к напорному валу . . .	*6—7*	16	14	224	190	+0,5
		110	14	1540	180	—0,5
От напорного вала к зубчатой рейке рукояти . . .	*9—8*	14	24	336	150	—
		зубчатая рейка	24	—	150	—

шипник со стороны муфты закреплен жестко, с противоположной стороны он закреплен только по внутренней обойме упорной шайбой *10* с болтами. Смазка подшипников — консистентная, подается через масленки *6*.

От промежуточной вал-шестерни *7* через цепную передачу *11* (закрытую кожухом *12*) приводится в движение командоаппа-

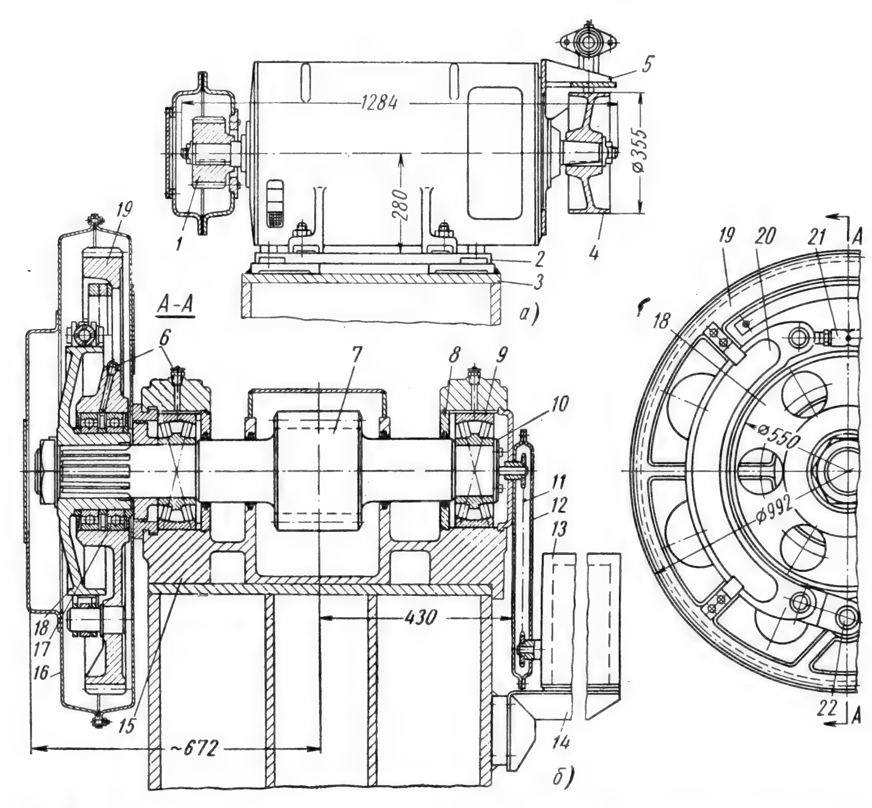


Рис. 20. Электродвигатель (*а*) и промежуточный вал (*б*) напорного механизма

рат *13*, предназначенный для замедления скорости движения и ограничения хода рукояти в крайнем положении (напор «От себя»). Командоаппарат установлен на кронштейне *14*. Вал-шестерня изготовлена из стали 38ХГН и после термической обработки имеет твердость *НВ* 217—269; боковые поверхности зубьев и шлицев закалены т. в. ч. до твердости $HRC \geqslant 40$.

Напорное зубчатое колесо *10* (рис. 21) посажено на шлицах на напорный вал *2*, на концах которого, также на шлицах, сидят кремальерные шестерни *3*. Вал вместе с шестернями вращается во втулках *5*, установленных в расточках напорной плиты *15*.

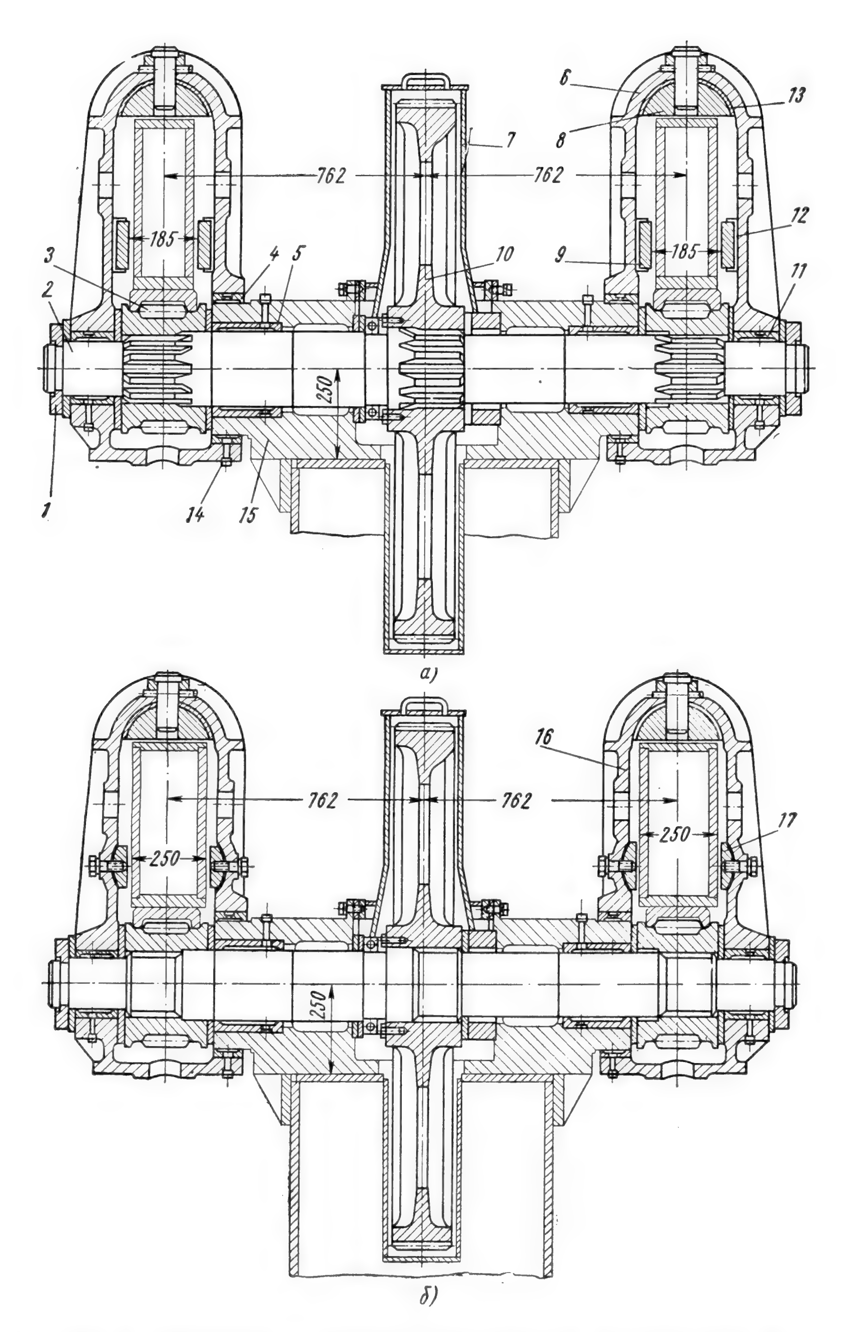


Рис. 21. Напорные валы экскаваторов ЭКГ-4,6А (*а*) и ЭКГ-4,6Б (*б*)

Для напорного вала используется термически обработанная сталь 38ХГН твердостью *НВ* 285—229, боковые поверхности шлицев после закалки т. в. ч. имеют твердость *HRC* ⩾ 45. Напорное колесо *10* и кремальерные шестерни *3* — литые, первые — из стали 35ХНЛ, вторые — из стали 35ХН2ВЛ; соответственно твердость их *НВ* 217—269 и *НВ* 228—285; зубья колеса после закалки т. в. ч. приобретают твердость на боковых поверхностях *HRC* 40, на галтелях и впадинах *HRC* 30.

Кожух *7* закрывает напорное колесо и промежуточную вал-шестерню. Зубчатые передачи напорного механизма после установки прикатаны между собой, при этом боковой зазор в первой передаче равен 0,34—0,82 *мм*, во второй — 0,42—0,97 *мм*, пятно контакта зубьев равно: по длине зуба 60%, по высоте зуба 35%. Смазка зубчатых передач и цепной передачи командоаппарата—консистентная, закладная.

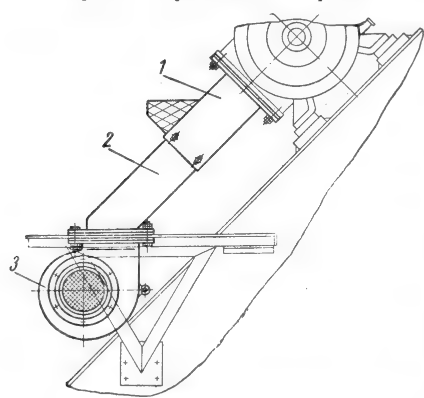


Рис. 22. Установка вентилятора двигателя напорного механизма

Седловые подшипники *6*, предназначенные для соединения рукояти с напорным механизмом, изготовлены цельнолитыми из углеродистой стали. Подшипники через латунные втулки *4* и *11* опираются соответственно на ступицы напорной плиты и на шейки напорного вала. Для предупреждения осевых смещений седловых подшипников и других деталей напорного вала служат хомуты *1*. Боковые ползуны *9* и верхний ползун *8* отлиты из чугуна и служат для направления балок рукояти, чем улучшается зацепление кремальерных шестерен с зубчатыми рейками на рукояти. Для экскаваторов ЭКГ-4,6Б и экскаваторов в северном исполнении с цельносварной рукоятью седловые подшипники за счет изменения формы корпуса *16* и боковых ползунов *17* имеют увеличенный размер между боковыми ползунами 255 *мм* (на экскаваторе ЭКГ-4,6А этот размер 185 *мм*). Подшипники напорного вала и седловые подшипники смазываются через масленки *14* консистентной смазкой, верхний ползун и боковые ползуны также смазываются консистентной смазкой.

Для охлаждения двигателя напора используется вентиляционная установка (рис. 22), состоящая из центробежного вентилятора *3* с рабочим колесом диаметром 200 *мм*, установленного под площадкой стрелы, и двух соединительных патрубков *1* и *2*. Верхний патрубок *1* в случае необходимости осмотра коллектора двигателя может быть откреплен от двигателя и опущен на площадку.

Производительность вентилятора (проектная) 13 $м^3$/*мин*, статический напор (проектный) 35 *мм вод. ст.*

Конструкция тормоза механизма напора изображена на рис. 23. Сварной металлический каркас *13* центрирующим отверстием установлен на выступе фланца электродвигателя. На каркасе с помощью осей *10* смонтированы два рычага *7*, на которых на осях *9* закреплены колодки *8*, облицованные тормозной асбестовой лентой *12*. Для привода тормоза служит пневматический

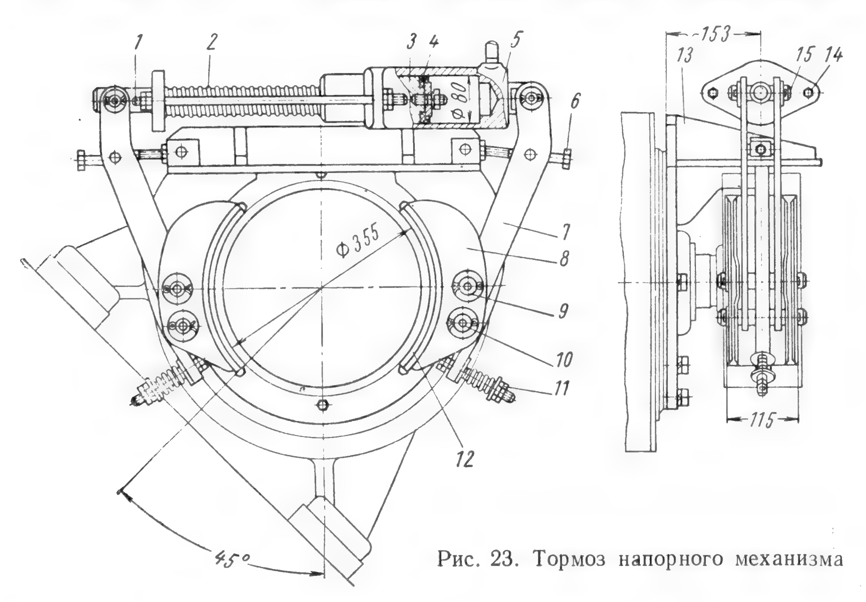


Рис. 23. Тормоз напорного механизма

цилиндр, состоящий из корпуса *5*, поршня *3* с манжетой *4* и штока *1* с предварительно сжатой пружиной *2*. Шток и корпус цилиндра соединены с рычагами посредством валиков *15*. Зазор между колодками и шкивом регулируется гайками *11*, а ход рычагов и колодок — винтами *6*. Сжатый воздух, поступая в цилиндр, передвигает поршень *3*, рычаги *7* раздвигаются, и колодки *8* отходят от тормозного шкива, растормаживая напорный механизм. Замыкание тормоза производится за счет силы разжатия пружины *2*. Величина сжатия пружины регулируется гайками *14*.

Головные блоки *4* (рис. 24) смонтированы на голове стрелы и предназначены для направления подъемного каната. Блоки отлиты из стали 35Л и вращаются на сферических подшипниках *6*, установленных на стальной оси *7*. На этой же оси установлены две щеки *5*, в которых закреплена стальная ось *2* с чугунными блоками *1* для полиспаста подвески стрелы. Смазка подшипников блоков *4* и *1* — консистентная, производится через масленки *8* и *3*.

Установка роликов (рис. 25) служит для отвода подъемного каната от кожуха напорного колеса и шестерни. На стойке *6* сварной конструкции установлено на подшипниках качения *4* на оси *3* два стальных ролика *2*. Деревянный брус *1*, прикрепленный к стойке сверху, ограничивает колебания каната в вертикальной плоскости. Через масленки *5* подается консистентная смазка к

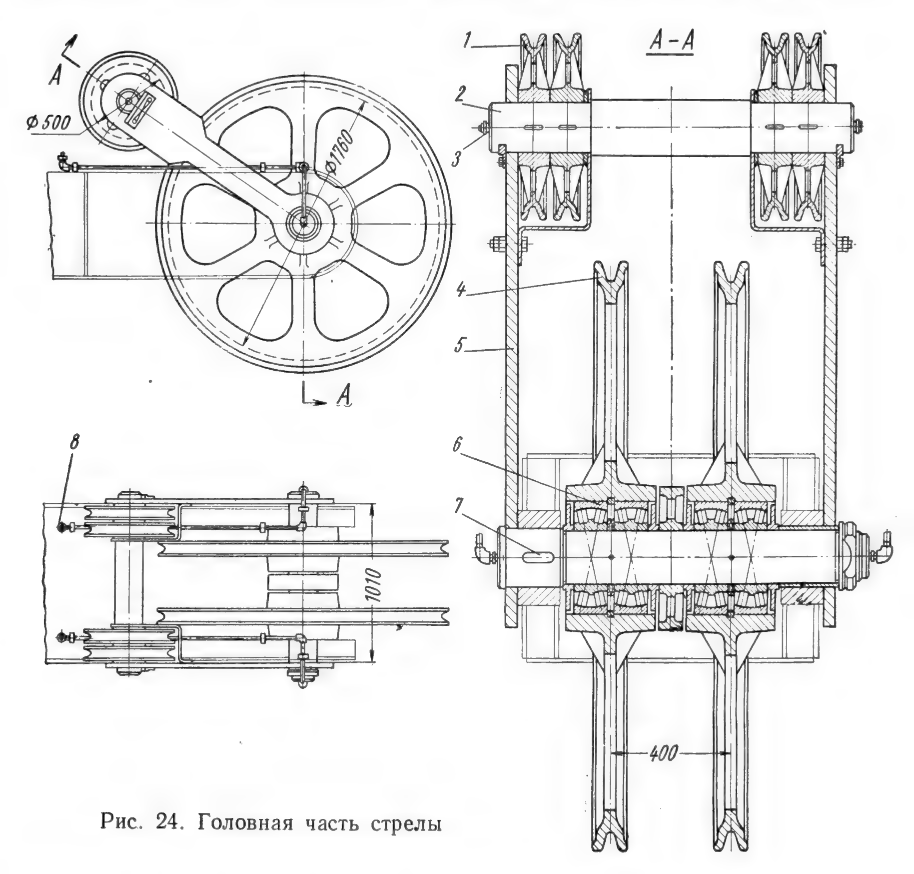


Рис. 24. Головная часть стрелы

подшипникам *4*. Стойка крепится болтами *7* к бонкам *8*, приваренным к корпусу стрелы. Во время ухода за стрелой осматривают корпус стрелы; обнаруженные трещины должны быть ограничены и заварены электросваркой. Защитные деревянные брусья стрелы при разрушении следует заменять новыми. Проверяют прилегание пят стрелы к гнездам платформы и при необходимости подтягивают боковые тяги стрелы. Производят своевременную смазку зубчатых передач, подшипников напорного механизма, головных блоков, направляющих роликов, блоков подвески стрелы, а также втулок и ползунов седловых подшипников согласно карте смазки.

Проверяют работу тормоза и муфты предельного момента, а также состояние обкладок тормозных колодок (износ более 50% не допускается) и состояние тормозных шкивов. Контролируют крепление напорного двигателя к стреле, крепление моторной шестерни на валу двигателя и крепление рабочего колеса вентилятора двигателя. При уходе необходимо следить за состоянием верхних

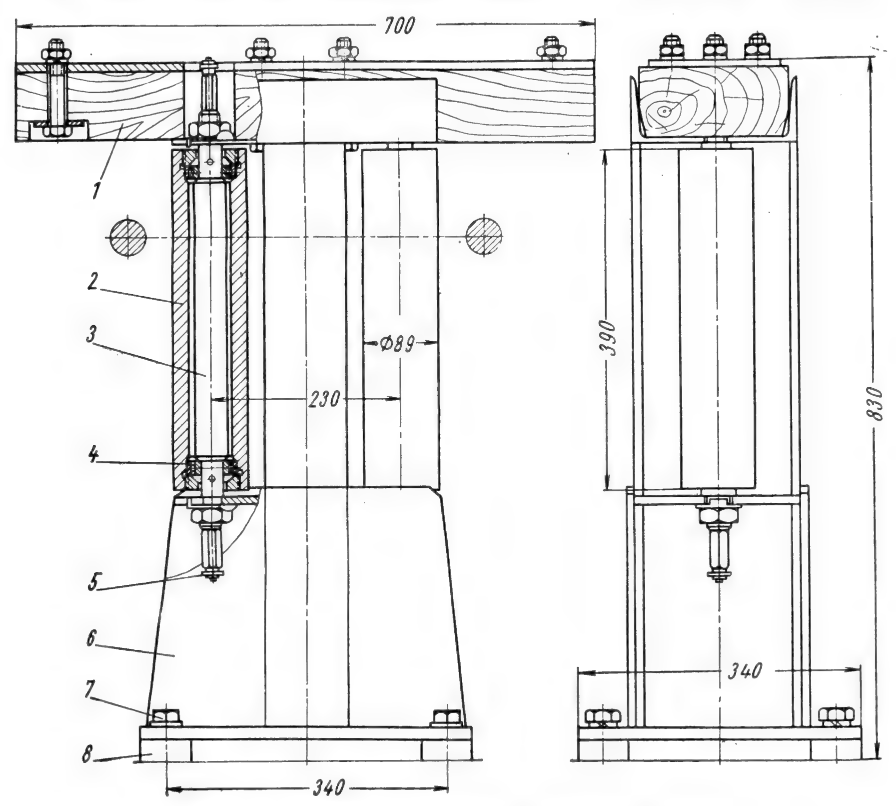


Рис. 25. Направляющие ролики подъемного каната

и боковых ползунов седловых подшипников и зазорами между ползунами и балками рукояти; зазоры должны быть в пределах 6—10 *мм*. В случае замены кремальерных шестерен следует совмещать в одной плоскости зубья шестерни на одном конце вала с зубьями шестерни на другом конце, для чего риски на кремальерных шестернях должны совпадать с кернениями на шлицах вала.

Двуногая стойка

Двуногая стойка (рис. 26) предназначена для подъема и удержания стрелы с помощью полиспаста подъема стрелы. Передняя стойка *3* представляет собой изготовленную из труб сварную

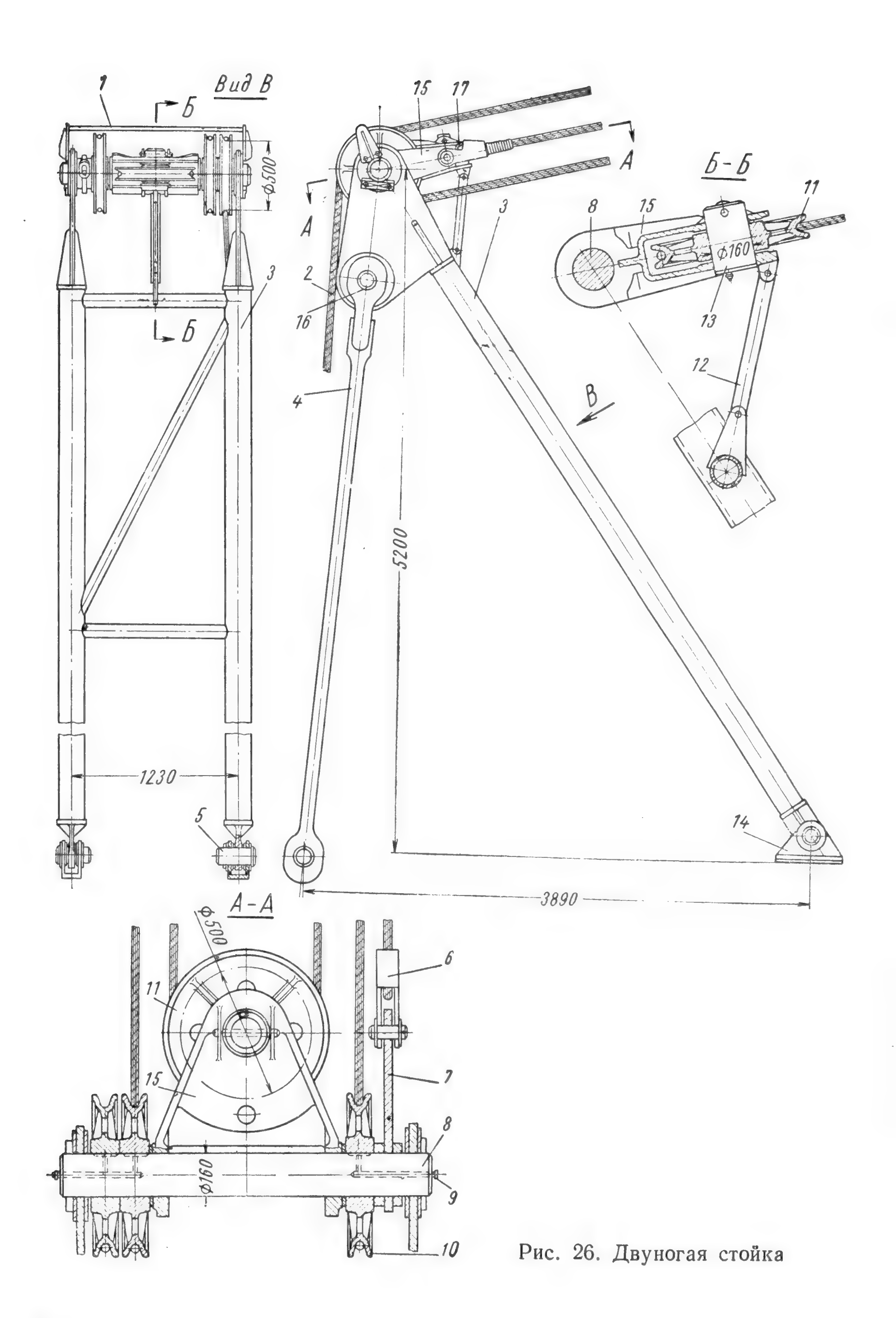


Рис. 26. Двуногая стойка

металлоконструкцию, опирающуюся через пальцы *5* на башмаки *14*, приваренные к поворотной платформе. В верхней части передней стойки закреплена стальная ось *8* с блоками *10*, расположенными вертикально. На оси свободно сидит литая обойма *15* с горизонтальным блоком *11*, установленным на пустотелом пальце *13*, и серьга *7* с коушем *6* для крепления конца стрелоподъемного каната *2* клином *17*. Обойма *15* поддерживается стойкой *12*. Две задние оттяжки *4* изготовлены из листовой стали М16С и соединены шарнирно с передней стойкой *3* с помощью пальцев *16*, а с платформой — пальцами. Для предотвращения от выпадания каната *2* из ручьев блоков *10* предусмотрено ограждение *1*. Смазка блоков производится через масленки *9*, установленные с торцов оси *8* и пальца *13*.

К уходу за двуногой стойкой относится контроль за состоянием передней стойки и оттяжек (приварка каких-либо элементов к стойке и оттяжкам запрещается), за креплением передних башмаков к платформе, а также проверка крепления каната в коуше; периодическая смазка блоков — в соответствии с картой смазки.

Канаты

На экскаваторе используются три стальных каната, которые применяются для подъема ковша, подъема и подвески стрелы и для механизма открывания днища ковша.

Технические данные канатов и их конструкции приведены в табл. 2.

Таблица 2

Техническая характеристика канатов

Назначение	Обозначение	Конструкция	Диаметр в *мм*	Разрывное усилие в *кГ*	Длина в *мм*	Примечание
Подъем ковша	Канат 39-Н-160-В-О ГОСТ 7669—55	6×36+1мс (ТЛК-РО)	39	91 500	58	Нераскручивающийся
Подъем стрелы	Канат 30-Н-160-1-0 ГОСТ 7669—55	6×36+1мс (ТЛК-РО)	30	55 700	125	То же
Открывание днища ковша	Канат 10,5-Н-160-1-0 ГОСТ 7667—55	6×25+1мс (ЛК-3)	10,5	7 050	10,5	—

Схемы запасовки канатов изображены на рис. 27. Канат *2* (рис. 27, *а*) подъема ковша закрепляется одним концом на барабане *1*, огибает последовательно головной блок *13* на стреле, уравнительный блок *15* на ковше, головной блок *14* и закрепляется другим концом также на барабане *1*. Стреловой канат *2* (рис. 27, *б*), закрепленный одним концом на барабане *1*, огибает блок *7* на дву-

ногой стойке (двуноге), проходит через блок *8* подвески стрелы, возвращается к блоку *6* на двуноге, дальше идет к блоку *9* стрелы, огибает горизонтально расположенный блок *5* двуноги, идет через

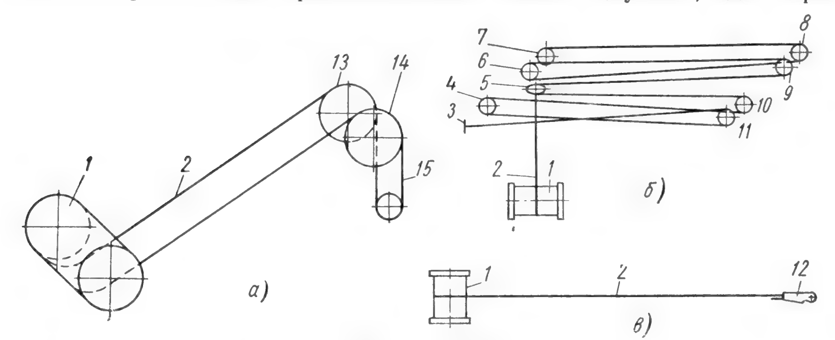


Рис. 27. Схемы запасовки канатов:

а — канат подъемной лебедки; *б* — канат стреловой лебедки; *в* — канат механизма открывания ковша

блок *10* стрелы, блок *4* двуноги, блок *11* стрелы и закрепляется другим концом в коуше *3* на двуногой стойке. На барабане *1* (рис. 27, *в*) крепится конец каната *2* механизма открывания днища

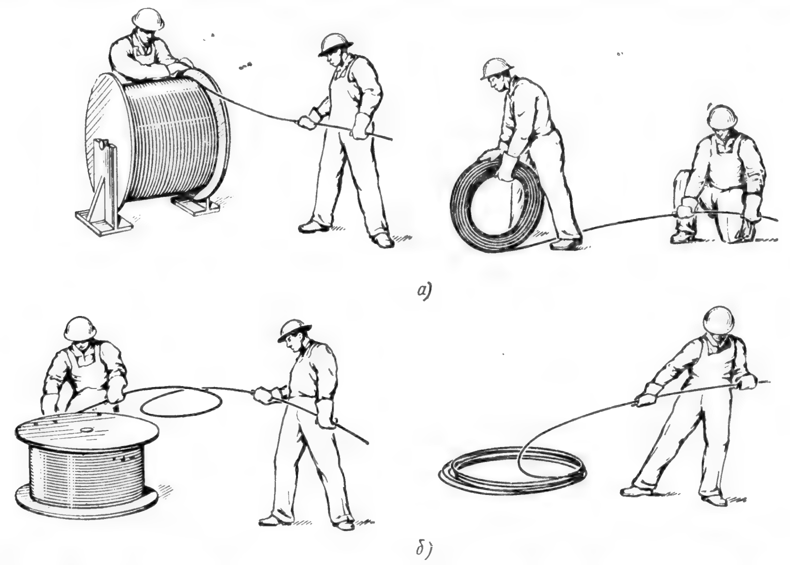


Рис. 28. Правильный (*а*) и неправильный (*б*) способы разматывания канатов

ковша, другой конец каната укреплен в коуше *12*, соединенном через шарнир с рычагом, который установлен на рукояти.

Уход за канатами заключается в регулярной их смазке согласно карте и в контроле за изношенностью. Канаты подъема ковша

и механизма открывания ковша используются до полного износа и заменяются при угрозе обрыва. Канат стреловой лебедки, проработавший половину своего срока, для увеличения продолжительности его эксплуатации может быть перепасован со смещением мест перегибов. Замену стрелового каната рекомендуется производить после одиннадцатого обрыва проволоки на длине одного шага свивки. Для определения шага свивки каната по ГОСТу 7669—55 следует отсчитать шесть прядей вдоль каната.

При замене должны применяться только канаты, указанные в табл. 2. Разматывать канаты с барабанов следует правильно — вращением барабана (рис. 28). Перед обрубкой каната необходимо место реза обмотать проволокой с обеих сторон. После замены каната новым рекомендуется некоторое время поработать механизмом вхолостую.

При длительном бездействии экскаватора канаты должны быть покрыты антикоррозийной смазкой.

ПОВОРОТНАЯ ПЛАТФОРМА С МЕХАНИЗМАМИ

Подъемная лебедка

Подъемная лебедка предназначена для сообщения подъемного движения ковшу. Кинематическая схема подъемной лебедки представлена на рис. 29. Электродвигатель *1* приводит в движение барабан *7* через зубчатую пару *4* и *5*, связанную с валом электродвигателя муфтой *2*, и зубчатую пару *9* и *10*, соединенную с предыдущей парой муфтой *3*, одна из полумуфт которой служит тормозным шкивом тормоза *6*. Зубчатое колесо *9* жестко скреплено с барабаном *7*. На барабане закреплены оба конца каната *8*, ветви которого перекинуты через блоки *19* на головной части стрелы, а петля охватывает уравнительный блок *20* ковша. При наматывании каната на барабан ковш поднимается. Опускание ковша происходит под собственным весом.

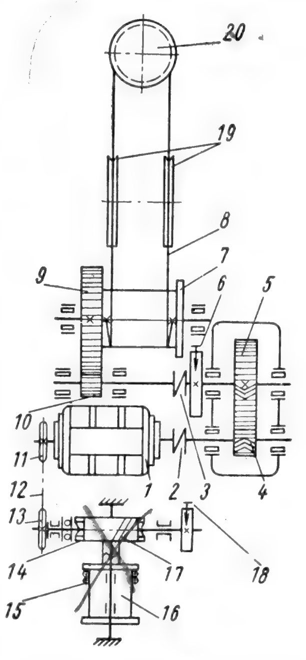


Рис. 29. Кинематическая схема подъемной и стреловой лебедок

Характеристики зубчатых передач приведены в табл. 3.

На рис. 30 изображена конструкция подъемной лебедки, которая включает электродвигатель *1* постоянного тока, эластичную муфту *2*, редуктор *3* с закрытой шевронной зубчатой парой, промежуточную эластичную муфту *5*, ленточный тормоз *4* и открытую прямозубую пару *7* с барабаном *6*.

Таблица 3

Зубчатые передачи подъемной лебедки

Передачи	Обозначение (рис. 29)	Число зубьев	Модуль в *мм*	Диаметр делительной окружности в *мм*	Длина зуба в *мм*	Коэффициент коррекции	Угол наклона зубьев	Примечание
От вала двигателя к промежуточному валу (шевронная передача)	*4*	21	10	210	250	+0,5	29°36′28″	Модуль торцевой
	5	142	10	1420	250	—0,5	29°36′28″	То же
От промежуточного вала к валу барабана	*10*	16	18	288	260	+0,5	—	—
	9	109	18	1962	250	—0,5	—	—

Электродвигатель подъемной лебедки имеет горизонтальное исполнение и установлен своими лапами на обработанные платики поворотной рамы. Крепление двигателя осуществляется болтами. Для предотвращения смещения двигателя против его лап приваривают упоры. Вал двигателя имеет конусные концы, на одном

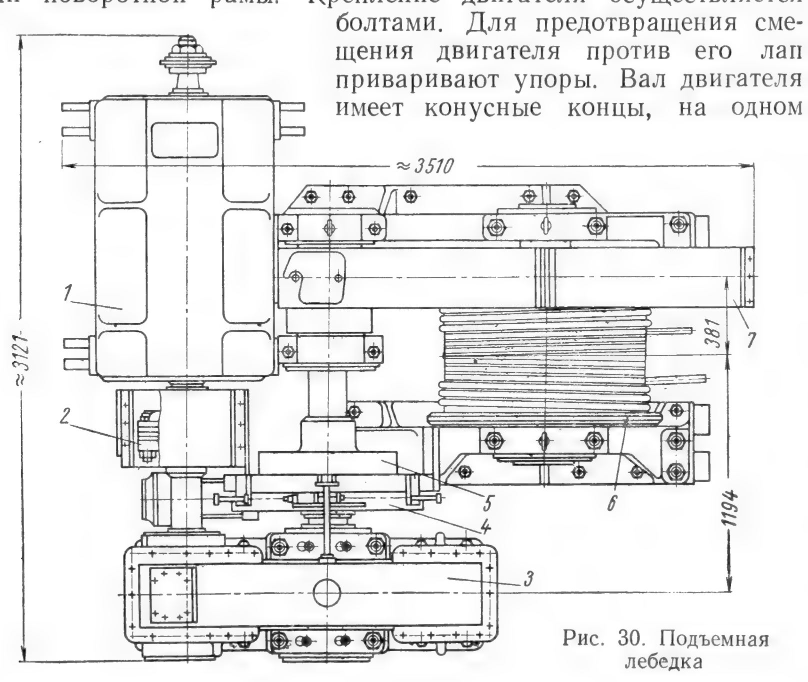


Рис. 30. Подъемная лебедка

из которых закреплена эластичная муфта, соединяющаяся с редуктором, на другом установлена цепная звездочка, предназначенная для передачи движения на стреловую лебедку

(при разъединенной эластичной муфте). Двигатель имеет принудительную независимую вентиляцию от центробежного вентилятора *1* (рис. 31) с приводом от электродвигателя *2* переменного тока. Рабочее колесо *4* вентилятора диаметром 400 *мм*, выполненное из листовой стали, сидит на шпонке вала электродвигателя и удерживается упорной шайбой *5*. Корпус *3* вентилятора, для снижения

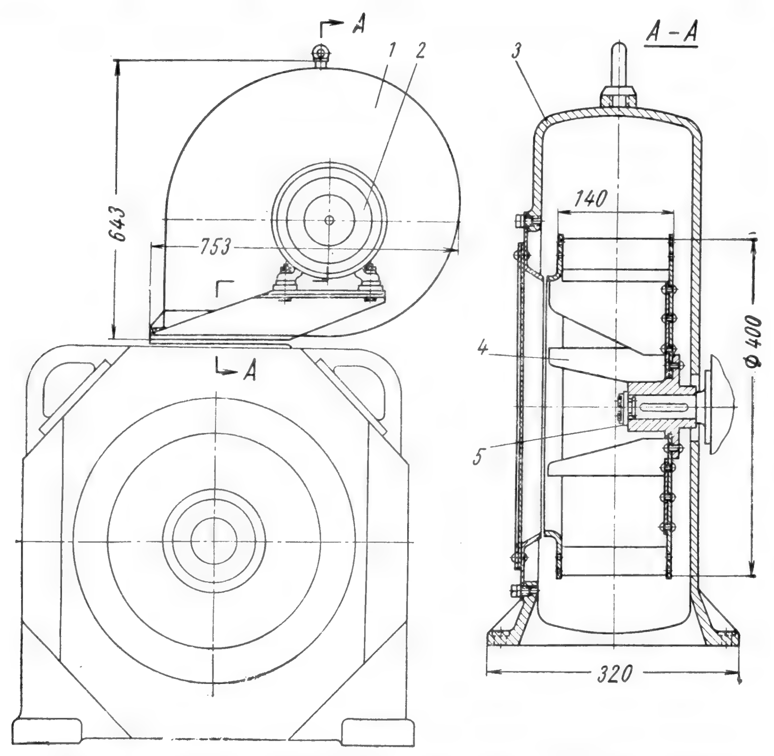


Рис. 31. Установка вентилятора на двигателе подъемной лебедки

вибрации, изготовлен литым из чугуна. Вентиляционная установка закреплена на корпусе подъемного электродвигателя.

Производительность (проектная) вентиляционной установки 1980 $м^3/ч$, напор (проектный) 40 *мм вод. ст.*

Эластичная муфта (рис. 32) состоит из двух полумуфт —ведущей *1* и ведомой *6*, между которыми находятся четыре эластичных диска *5*. Полумуфты и эластичные диски между собой связаны восемью стальными пальцами *2*, которые конусными поверхностями поочередно закрепляются в отверстиях кулачков обеих полумуфт, а цилиндрическими поверхностями вставляются в отверстия эластичных дисков. На концы пальцев навинчиваются гайки *4*. Для упрочнения отверстий дисков предназначены метал-

лические шайбы *7*, а для компенсации осевого зазора между полумуфтами служат резиновые шайбы *3*.

Полумуфты *1* и *6* штампуются из углеродистой стали и имеют форму крестовин. Для уравновешенности каждая полумуфта статически балансируется высверливанием излишка металла. Со стороны тяжелой части полумуфты на кулачке наносится риска. При сборке муфты риску одной полумуфты разворачивают не менее чем на 120° относительно риски другой полумуфты.

На экскаваторах предшествующих моделей, ЭКГ-4 и ЭКГ-4,6, ведомая полумуфта имела шлицевое соединение с валом редук-

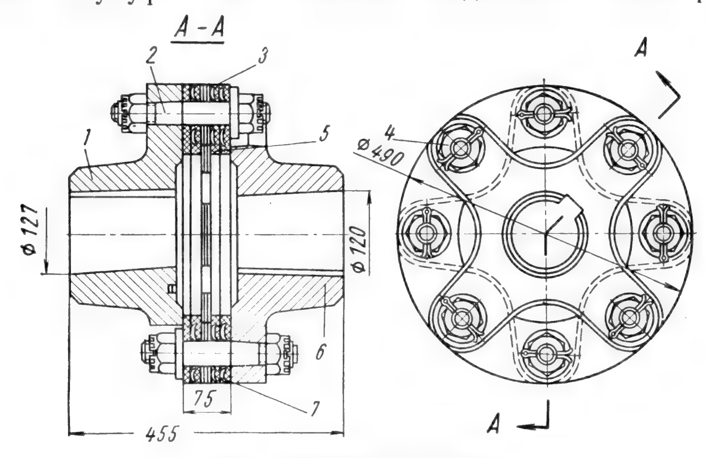


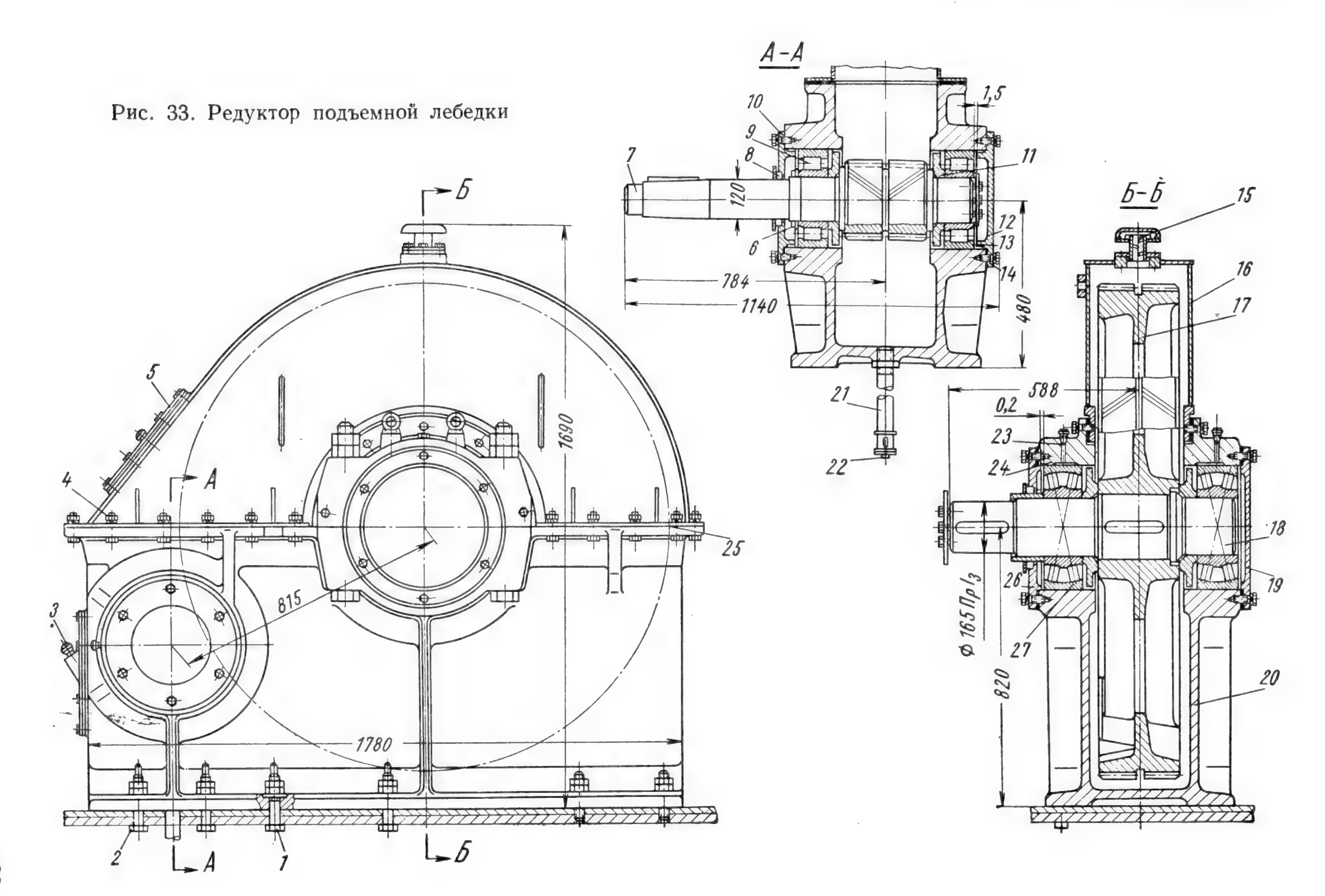
Рис. 32. Эластичная муфта

тора, а ведущая полумуфта — коническое соединение с валом электродвигателя. На экскаваторе ЭКГ-4,6А обе полумуфты выполняются с коническими расточками для посадки на соответствующие валы, и поэтому они невзаимозаменяемы с муфтами экскаваторов ЭКГ-4 и ЭКГ-4,6. Полумуфты закреплены на валах с помощью шпонок и гаек.

Для сглаживания ударных нагрузок, возникающих в механизмах лебедки, а также для компенсации неточности сборки валов в муфте применяются эластичные диски, изготовляемые формовочным способом из прорезиненной ткани — бельтинга или чефера. Эластичная муфта передает крутящий момент, равный 600 *кГ·м*. Муфта допускает наибольший перекос валов до 2,5 *мм* на длине 1000 *мм* или несоосность валов до 0,5 *мм*.

Редуктор (рис. 33) — одноступенчатой конструкции, состоит из цилиндрической зубчатой пары: вал-шестерни *7* и зубчатого колеса *17* с шевронными зубьями, заключенных в корпусе *20*. Редуктор служит для передачи вращения от двигателя к барабанной передаче, уменьшения числа оборотов и увеличения крутящего момента на выходном валу. Шевронная зубчатая передача

Рис. 33. Редуктор подъемной лебедки



обеспечивает плавность работы механизма и исключает осевые нагрузки.

Вал-шестерня *7* редуктора изготовляется из термически обработанной стали 38ХГН твердостью *HB* 252—292; для повышения износостойкости зубьев их рабочие поверхности подвергаются закалке с нагревом токами высокой частоты на твердость $HRC \geqslant \geqslant 35$. В редукторах экскаватора ЭКГ-4,6А повышена прочность выступающего конца вал-шестерни для соединения с полумуфтой; конец вала выполняется коническим.

Вал-шестерня установлена в сквозной расточке ступиц корпуса *20* редуктора на цилиндрических роликовых подшипниках *9*. Внутренние обоймы подшипников закреплены от смещения с одной стороны вала упорной шайбой с болтами, с другой стороны — гайкой *6*. От попадания продуктов износа шестерен и для сохранения смазки подшипники защищены изнутри шайбами *11* с кольцевыми канавками. От попадания снаружи пыли и грязи подшипники защищены крышками *10* и *12*; со стороны выступающего конца вала крышка сквозная, с уплотнением *8*, а с обратной стороны крышка глухая. Между торцами наружных обойм подшипников *9* и крышек, при помощи регулировочных прокладок *14* из жести устанавливается зазор 1,5 *мм* с каждой стороны, который необходим для осевой «игры» вал-шестерни *7*. Смазка подшипников — консистентная, подается через масленки *23*, установленные на ступицах корпуса редуктора.

Зубчатое колесо *17* отлито из стали 35Л, термически обработано и имеет твердость *HB* 207—269. Колесо напрессовывается на вал *18*, изготовляемый из стали 38ХГН, термически обработанной до твердости *HB* 229—285. Опорами вала служат два сферических роликоподшипника *27*, установленных в гнездах корпуса редуктора, имеющих съемные крышки *24*. Между торцами наружных обойм подшипников *27* и торцами крышек имеется зазор 0,2 *мм* на сторону. Этот зазор необходим для предотвращения заклинивания подшипников в случае теплового удлинения вала. Конструкция защитных крышек *19* и *26* подшипниковых узлов вала колеса, способ регулировки зазоров, а также смазка аналогичны подшипниковым узлам вал-шестерни *7* редуктора. Вал *18* в сборе с колесом *17* подвергается статической балансировке.

Зубчатая пара *7* и *17*, смонтированная в корпусе *20* редуктора, прикатывается между собой, пятно контакта зубьев составляет 45% высоты и 60% длины. Боковой зазор между зубьями равен 0,42—0,97 *мм*.

Корпус *20* редуктора представляет собой коробку, отлитую из чугуна МСЧ 28—48. Корпус имеет основание для крепления к поворотной платформе с помощью болтов *1* и *2* и фланец для соединения с крышкой *16* редуктора, которая крепится также болтами *4*. Место разъема уплотняется картонной прокладкой *25*.

Крышка *16* — сварная, имеет смотровое окно *5* и вентиляционный колпак *15* для отвода нагретого воздуха и газов.

Смазка зубчатой передачи производится из масляной ванны путем окунания зубьев колеса; количество смазки контролируется по рискам жезлового маслоуказателя *3*, установленного на стенке корпуса редуктора. Слив масла производится через сливную трубу *21*, выведенную под поворотную платформу и заглушенную пробкой *22*.

Передаточное число редуктора $i = 6{,}8$. Крутящий момент на выходном валу 4000 *кГ·м*.

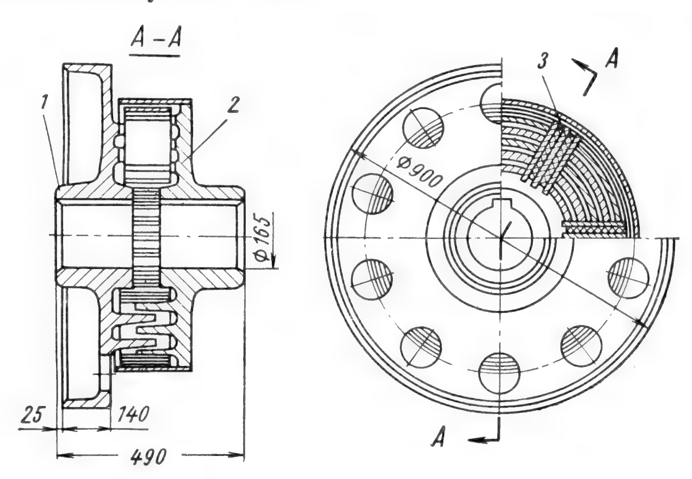


Рис. 34. Промежуточная эластичная муфта

Промежуточная эластичная муфта (рис. 34) соединяет выходной вал шевронного редуктора с вал-шестерней барабанной передачи. Она состоит из двух полумуфт *1* и *2*, отлитых из стали 35Л, и шести резиновых сухарей *3* (на экскаваторах ЭКГ-4 муфта изготовлялась с десятью сухарями). Полумуфта *1*, напрессованная на конец вала шевронного редуктора, имеет два ряда кольцевых выступов на диске и конструктивно совмещена с тормозным шкивом для тормоза подъемной лебедки. На кольцевых выступах прорезано по шесть пазов. Полумуфта *2*, напрессованная на конец вал-шестерни открытой передачи, имеет три ряда кольцевых выступов, на которых прорезано также по шесть пазов. При соединении полумуфт кольцевые выступы одной полумуфты входят в промежутки между кольцевыми выступами другой; в пазы полумуфт закладываются сухари, изготовленные формовочным способом из резины марки 93. Для прочности сухари армированы металлическими пластинами. Полумуфты, осевое смещение которых исключается упорными шайбами с болтами, дополнительно закрепляют на валах при помощи шпонок.

Конструкция муфты за счет эластичности резиновых сухарей позволяет компенсировать некоторые погрешности сборки валов и перекосы осей, возникающие при работе, а также частично поглощать динамические нагрузки. Допустимый перекос осей — не более 1 *мм* на длине 1000 *мм*, смещение осей — не более 0,25 *мм*. Крутящий момент, передаваемый муфтой, равен 4000 *кГ·м*.

Привод барабана (рис. 35) представляет собой открытую зубчатую цилиндрическую передачу с прямыми зубьями, состоящую из вал-шестерни *28* и зубчатого колеса *10*, сидящего на одной оси *20* с барабаном *22*; концы валов установлены на подшипниках в стойках *3* и *8*. Зубчатая передача закрыта металлическим кожухом *7*. Для вал-шестерни *28* применяется термически обработанная сталь 38ХГН твердостью *HB* 228—285, зубья дополнительно подвергаются поверхностной закалке т. в. ч., твердость боковых поверхностей зубьев достигает *HRC* 45—56, а галтелей и впадин *HRC* 35.

Вал-шестерня опирается на два сферических роликоподшипника *23*, установленных в специальных гнездах левой стойки *3*. Наружные обоймы подшипников фиксированы посредством крышек: сквозной *25*, уплотняемой севанитовым уплотнением *24*, и глухой *27*. Необходимый тепловой зазор 0,2—0,3 *мм* на сторону между торцами крышек и наружными обоймами подшипников *23* регулируется набором металлических прокладок *29*, устанавливаемых под фланцами крышек. С внутренних сторон подшипники закрыты шайбами с кольцевыми канавками. Смазка подшипников производится консистентной мазью через масленки *13*, установленные на крышках *25* и *27*.

Зубчатое колесо *10* передачи выполнено литым из стали 35Л, имеет однодисковую конструкцию с облегчающими окнами и усиливающими ребрами. Твердость сердцевины колеса после общей термообработки *HB* 143—187, твердость поверхности зубьев после закалки т. в. ч. *HRC* 32—50. В ступицу зубчатого колеса *10* запрессована ось *20*, изготовленная из стали 40 с твердостью *HB* 150—187, на которую напрессована ступица барабана *22*, центрированного фланцем в кольцевой выточке зубчатого колеса *10* и скрепленного с ним четырнадцатью болтами, половина из которых — призонные, для обеспечения плотности соединения. На экскаваторах прежних моделей соединение оси с барабаном имело скользящую посадку, что снижало срок службы оси.

Барабан *22* отлит из высокопрочного чугуна и термически обработан; твердость его *HB* 160—229. На наружной цилиндрической поверхности барабана нарезаны ручьи левого и правого направления для правильного расположения каната *16* при навивке. В барабане предусмотрены два клиновых паза, где закрепляются при помощи клиньев *11* концы каната. Сборка барабана с зубчатым колесом на оси *20* статически балансируется с помощью дополнительных грузов, прикрепляемых к диску колеса.

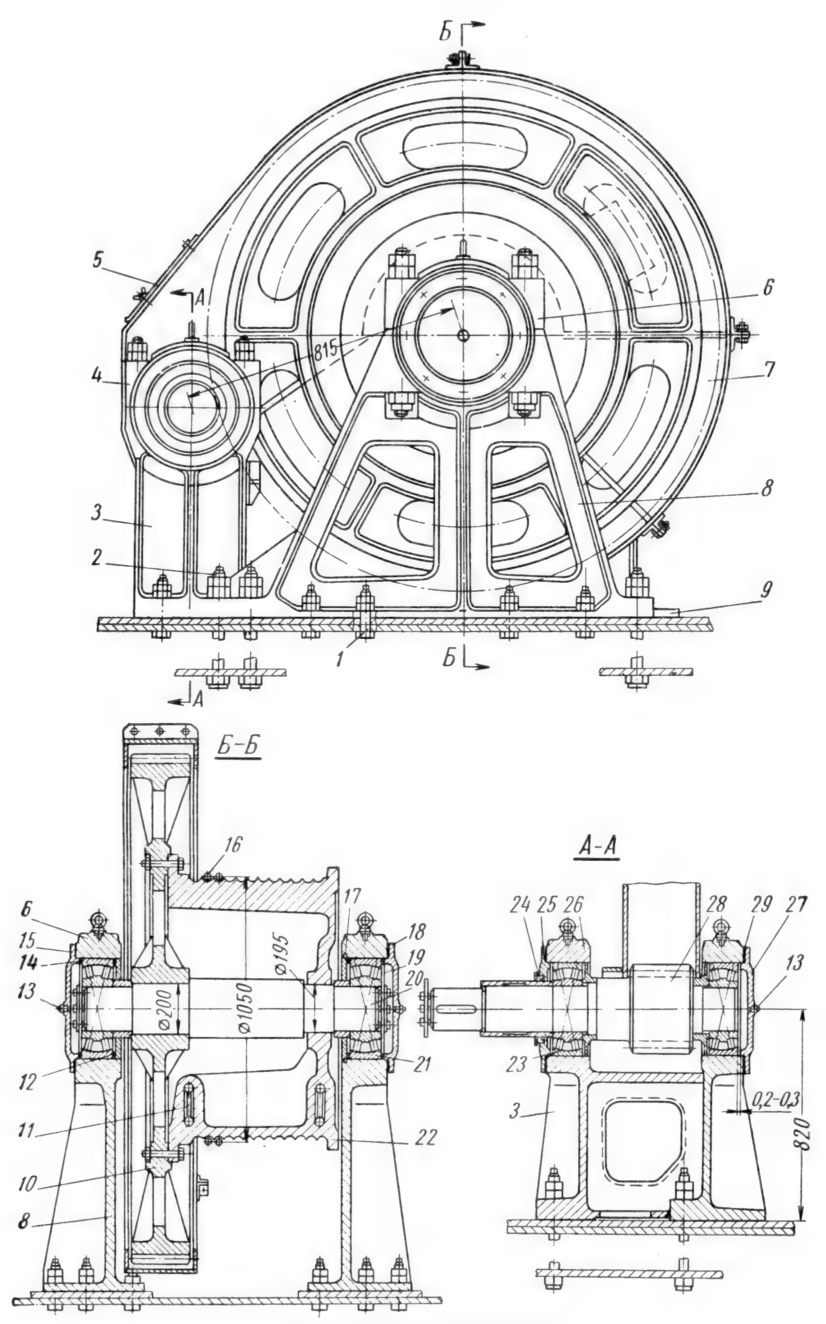


Рис. 35. Привод барабана

Ось *20* барабана вращается в сферических подшипниках *21*, установленных в расточках правой и левой стоек. Внутренние обоймы подшипников закреплены упорными шайбами с болтами. Подшипник, расположенный со стороны зубчатого колеса, фиксирован в стойке по наружной обойме с помощью крышки *15*, врезной шайбы *12* и двух колец *14*. Подшипник, расположенный на противоположном конце оси, — «плавающий», может перемещаться в расточке в осевом направлении за счет наличия зазоров между торцами наружной обоймы и крышки *18* с одной стороны и врезной шайбой *17* с жировыми канавками — с другой стороны. Такая установка оси барабана наиболее приемлема в случае отклонений размеров при изготовлении и сборке стоек передачи. Смазка подшипников производится аналогично смазке подшипников вал-шестерни.

Стойки *8* и *3* для установки валов передачи изготовляются из стали: правая — цельнолитая, с одной подшипниковой опорой; левая — сварно-литая, состоящая из литой основной стойки с двумя подшипниковыми опорами и литой приставной стойки с одной подшипниковой опорой, соединенных между собой при помощи сварки. Для удобства монтажа и демонтажа вала опоры подшипников стоек имеют разъемную конструкцию. Съемные крышки *6* и *4* подшипников крепятся к стойкам шпильками.

Стойки *8* и *3* своим основанием установлены на обработанные платики поворотной рамы и прикреплены к ней шпильками *2* удлиненной конструкции (для повышения прочности) и болтами *1*; для предотвращения смещения стоек к платформе приваривают упоры *9*.

Собранная зубчатая передача *28* и *10* прирабатывается на пятно контакта, которое должно быть не менее 65% длины зуба и 40% его ширины. Допустимый боковой зазор в передаче равен 0,42—1,04 *мм*. Для смазывания передачи применяется консистентная смазка. Передача закрыта разборным металлическим кожухом *7*, состоящим из четырех частей, которые соединены болтами и прикреплены к поворотной платформе и стойкам лебедки. В левом кожухе предусмотрено смотровое окно *5* для наблюдения за состоянием зубчатой передачи.

Тормоз подъемной лебедки (рис. 36) имеет тормозную ленту *2*, которая охватывает тормозной шкив, выполненный на промежуточной муфте, и цилиндр *15*, приводящий в действие тормоз.

Тормозная лента *2* состоит из двух полулент, соединенных между собой болтом *5* с установленной на нем сжатой пружиной. Полуленты изготовлены из листовой стали толщиной 10 *мм*, с внутренней стороны к ним приклепаны (алюминиевыми заклепками) обкладки *6* толщиной 10 *мм* из тормозной асбестовой ленты типа А по ГОСТу 1198—55. На одном конце ленты приварена проушина *10* для соединения со стойкой *8* при помощи валика *9*, на другом конце приварена стяжка *11* с резьбовым отверстием, в ко-

торое ввинчивается болт *12*, соединяющийся валиком с вилкой *13* штока *14* цилиндра *15*. Подпружиненными оттяжками *18* тормозная лента соединена также со скобой *4*, которая прикреплена болтами к площадке, расположенной на цилиндре *15* и стойке лебедки, и связана шпилькой *19* с крышкой редуктора.

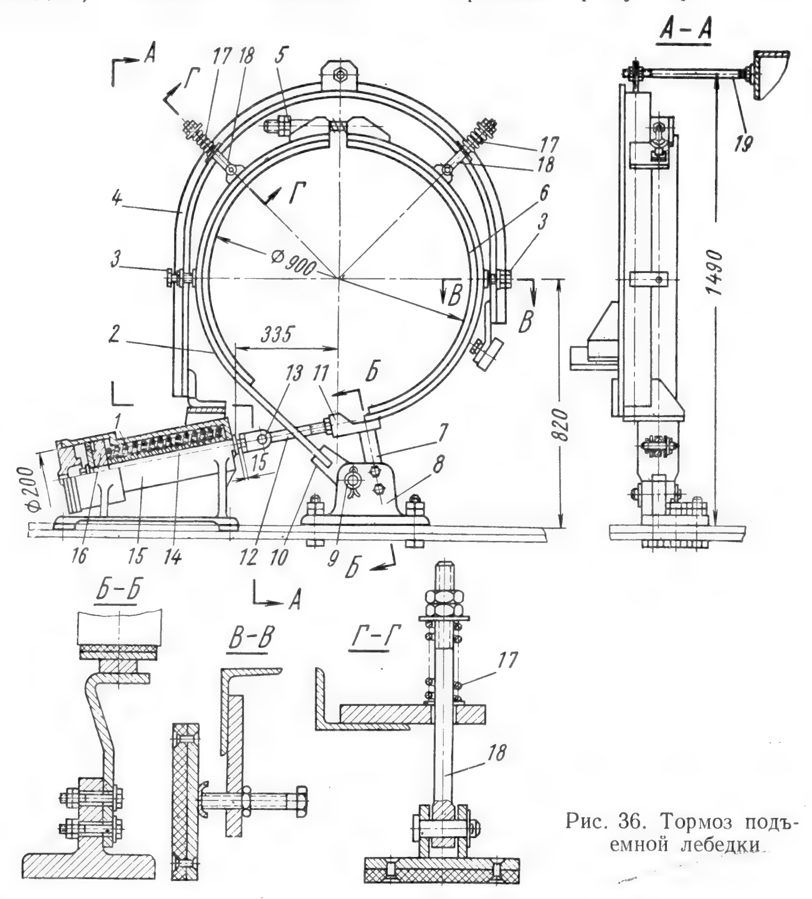


Рис. 36. Тормоз подъемной лебедки

Установкой пружин *17*, винтов *3* и подставки *7* обеспечивается равномерный отход ленты от тормозного шкива при растормаживании.

Внутри чугунного литого корпуса цилиндра *15* расположена сжатая двойная пружина *1*, которая, разжимаясь, давит на поршень *16*. Последний, перемещаясь, тянет шток *14*, соединенный через вилку *13* и болт *12* с лентой *2*, и затягивает последнюю вокруг тормозного шкива, производя тем самым торможение лебедки. Для оттормаживания в цилиндр *15* подается сжатый воздух, который, перемещая поршень в обратном направлении, сжимает

пружину *1*, и тормозная лента, освобождаясь, отходит от шкива. Диаметр поршня цилиндра 200 *мм*, рабочее давление в цилиндре 7 $кГ/см^2$, ход поршня 15 *мм*.

Уход за механизмами подъемной лебедки включает следующие операции:

1) контроль уровня масла в редукторе при неработающей лебедке. Уровень масла должен быть строго между нижней и верхней рисками жезлового маслоуказателя; недостаток или избыток масла может быть причиной преждевременного износа зубьев шестерен редуктора;

2) своевременная, согласно карте смазки, замена масла в редукторе и добавка смазки в открытую передачу, а также в подшипниковые узлы;

3) проверка герметичности корпуса редукторов и отсутствия подтеков в соединениях корпуса с крышкой редуктора и крышками подшипников, а также в уплотнениях валов;

4) проверка нормальной работы зубчатых передач и подшипников. Сильные шумы, стуки, а также повышенный нагрев узлов не допускаются;

5) проверка состояния зубьев шестерен. Задиры, выкрашивание и т. п. дефекты не допускаются;

6) периодическая проверка и регулирование тормоза, проверка состояния тормозных обкладок. Износ допускается не более 50% от толщины обкладки. Проверяется также состояние тормозного шкива, ручьев барабана, каната, резиновых дисков эластичной муфты и резиновых сухарей промежуточной муфты;

7) регулярная подтяжка болтов крепления двигателя, стоек, редуктора и деталей тормоза к поворотной раме, болтов для крепления отъемных крышек подшипников стоек и редуктора.

Поворотный механизм

Кинематическая схема поворотного механизма приведена на рис. 37. Движение от двух электродвигателей *2* передается через зубчатые пары *3—4* и *5—6* на выходные валы-шестерни *7*, обегающие вокруг зубчатого венца *8*, скрепленного жестко с нижней рамой ходовой тележки и вращающего платформу. При изменении направления вращения валов электродвигателей изменяется направление поворота платформы экскаватора. Для удержания платформы в неподвижном состоянии применяются тормоза *1*. Характеристика зубчатых передач указана в табл. 4.

Конструкция редуктора поворотного механизма видна на рис. 38. Редуктор имеет вертикальное расположение валов; зубчатые передачи — цилиндрические, с прямым зубом. Редуктор выступающим вниз стаканом *24* центрирован в расточке ступицы *27* поворотной платформы, а фланцем прикреплен к платформе с помощью болтов *22* и приварных упоров *31*. Корпус *1* и крышка *2* редуктора отлиты из стали. На крышке редуктора установлен фланцевый

вертикальный электродвигатель *6*, центрирующийся выступом в расточке крышки *2*. Двигатель прикреплен к крышке на шпильках. На нижнем коническом конце вала двигателя на шпонке сидит шестерня *12*, закрепленная разрезной гайкой *13*. Шестерня изготовлена из стали 34ХН1М, термически обработана до твердости *HB* 241—286. Зубья шестерни подвергаются поверхностной закалке т. в. ч., твердость рабочих поверхностей $HRC \geqslant 40$.

Зубчатое колесо *3*, находящееся в зацеплении с шестерней *12*, насажено на цилиндрическую часть вал-шестерни *7* на шпонке;

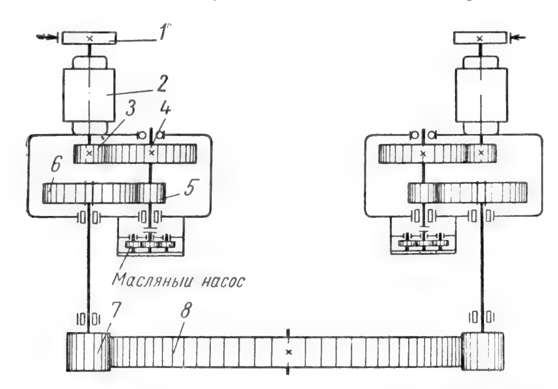


Рис. 37. Кинематическая схема поворотного механизма

для колеса используется литая сталь 35ХНЛ с термической обработкой до твердости *HB* 241—286. Верхний конец вал-шестерни *7* установлен на шарикоподшипнике *5* в расточке крышки редуктора, нижний конец — на роликовом сферическом подшипнике *8*

Таблица 4

Характеристика зубчатых передач поворотного механизма

Передачи	Обозначение (рис. 37)	Число зубьев	Модуль в *мм*	Диаметр делительной окружности в *мм*	Длина зуба в *мм*	Коэффициент коррекции
От двигателя к промежуточному валу	*3*	20	6	120	130	0
	4	110	6	660	120	0
От промежуточного к выходному валу	*5*	11	10	110	210	+0,3
	6	67	10	670	180	—0,3
От выходного вала к зубчатому венцу	*7*	11	26	286	230	+0,5
	8	128	26	3328	190	0

в расточке корпуса редуктора. Подшипник *5* закрывается крышкой *4*; между торцом наружной обоймы подшипника и крышкой имеется зазор 1—2 *мм*. Материалом вал-шестерни служит сталь 20Х2Н4А, термически обработанная до твердости *НВ* 202—269 и цементованная на глубину 0,8—1,2 *мм*; поверхности зубьев термически обработаны т. в. ч. до твердости $HRC \geqslant 54$.

Главный вал *37* выполнен совместно с шестерней, обегающей зубчатый венец; на верхнем конце вала на шлицах сидит зубча-

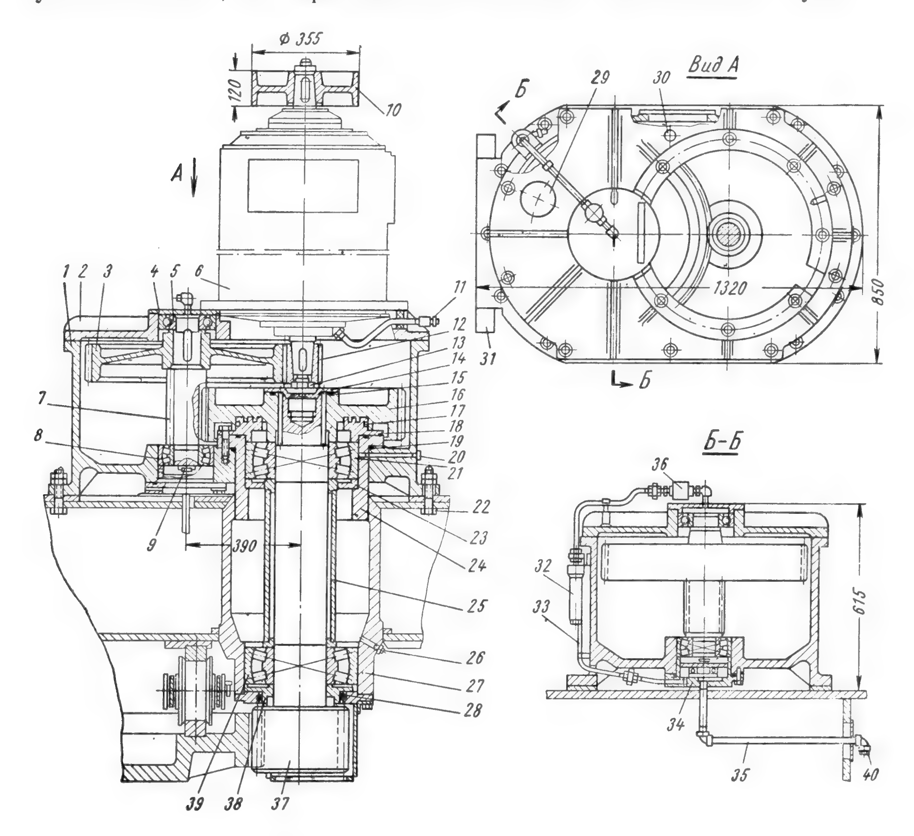


Рис. 38. Поворотный механизм

тое колесо *16*, находящееся в зацеплении с вал-шестерней *7*; главный вал вращается на двух сферических подшипниках *21* и *39*. Нижний подшипник *39* установлен в расточке ступицы *27* поворотной платформы, верхний подшипник *21* — в стакане *24*, закрепленном в расточке корпуса редуктора. Нижний подшипник *39* опирается внутренней обоймой через стакан *38* на торец шестерни главного вала *37*. Между внутренними обоймами подшипников *21*

и *39* установлена распорная труба *25*. Зубчатое колесо *16* упирается ступицей в обойму верхнего подшипника *21*. Гайка *14* закрепляет все детали, сидящие на главном валу. Наружная обойма верхнего подшипника *21* зажата между крышкой *23* и лабиринтной крышкой *18*, являющейся также уплотнением главного вала, который дополнительно уплотнен фетровым *17* и резиновыми *19* и *15* уплотнениями. Наружная обойма нижнего подшипника — «плавающая»; подшипник с внешней стороны уплотнен севанитовым уплотнением *28*.

Зубчатое колесо *16* изготовлено из стали 38ХГН и термически обработано до твердости HB 241—286; поверхности зубьев калятся т. в. ч. до твердости $HRC \geqslant 40$. Главный вал *37* выполнен из кованой стали 34ХН1М, термически обработанной до твердости HB 228—285; зубья шестерни проходят закалку т. в. ч., твердость рабочих поверхностей зубьев $HRC \geqslant 40$, впадин зубьев $HRC \geqslant 35$.

Смазка зубчатых передач редуктора и подшипников *5* и *8* — жидкая, подается шестеренчатым реверсивным насосом *34*, установленным в нижней расточке корпуса редуктора под вал-шестерней *7*, от которой насос получает движение через сухарь *9*. Масло из масляной ванны редуктора нагнетается по трубопроводу *33* через сетчатый фильтр *32* к подшипнику *5*, от которого самотеком поступает на зубья шестерен редуктора. Поступление смазки контролируется по указателю *36* движения масла; уровень масла в ванне контролируется жезловым маслоуказателем *30*, ввернутым в крышку редуктора. Для вентиляции редуктора служит колпак *29*; при заливке смазки в ванну редуктора колпак снимается. Слив масла из редуктора производится через трубы *35*, выведенные под площадки поворотной платформы и заглушенные пробками *40*. Подшипники *21* и *39* главного вала, а также подшипники электродвигателя смазываются через масленки *20*, *26* и *11* консистентной смазкой.

Приработанные зубчатые передачи редуктора должны иметь пятно контакта по длине зуба не менее 60% и по ширине 45%; боковой зазор передачи редуктора должен находиться в пределах 0,26—0,66 *мм*. Венцовая зубчатая пара имеет боковой зазор в пределах 0,53—1,28 *мм*. Передаточное число редуктора 33,5, крутящий момент на выходном валу 2580 *кГ·м*.

Описанная конструкция поворотного редуктора имеет ряд отличий от редуктора экскаватора ЭКГ-4,6. Для повышения срока службы ширина зубчатых колес и шестерен увеличена. Зубчатые передачи изготовлены из легированной стали. Исключено шлицевое соединение главного вала с венцовой шестерней — оно выполнено в виде вал-шестерни. Шнековый маслонасос заменен шестеренчатым. Изменена конструкция уплотнения главного вала. Редукторы в сборе, выполненные на подшипниках качения, взаимозаменяемы с новым редуктором.

Вентиляционная установка двигателя механизма поворота (рис. 39) состоит из металлического рабочего колеса *6* диаметром 200 *мм*, насаженного на конец вала электродвигателя *7* переменного тока, вентилятора *1* и сварного всасывающего патрубка *5* с сеткой. Корпус вентилятора, отлитый из чугуна, прикреплен шпильками *8* к фланцу электродвигателя *4* поворота. Между фланцами установлена уплотняющая резиновая прокладка *3*. Для удобства монтажа и демонтажа вентиляционной установки служит рым *2*. Установка имеет производительность (проектную) 780 *м³/ч* и статический напор (проектный) 35 *мм вод. ст.*

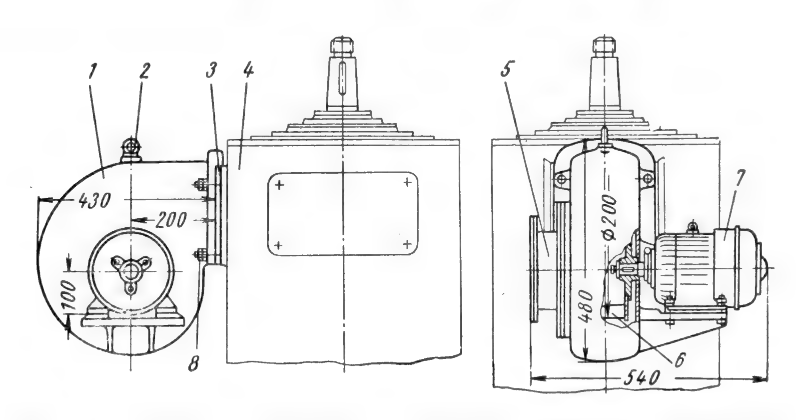


Рис. 39. Установка вентилятора на двигателе поворотного механизма

Тормоз механизма поворота — колодочный, смонтирован на верхнем фланце электродвигателя. Конструкция и принцип работы аналогичны тормозу механизма напора (см. рис. 23). Тормоз отличается горизонтальной установкой и наличием дополнительного ограждающего щитка. Тормозной шкив *10* (см. рис. 38), установленный на верхнем конце вала двигателя, отличается конструкцией ступицы. Остальные детали тормозов механизмов поворота и напора унифицированы.

При уходе за механизмом поворота следует проверять крепление редуктора к поворотной платформе, контролировать работу масляного насоса и поддерживать нормальный уровень масла в ванне: избыточное количество масла может вызвать его течь, а недостаточное — износ передачи (контроль производится при остановленном механизме). Необходимо менять масло и смазывать подшипники в соответствии с требованиями карты смазки, периодически разбирать и промывать от грязи фильтр. Следует регулярно проверять работу тормозов, величину износа тормозной ленты (износ более 50% ее толщины не разрешается) и состояние тормозного шкива, а также — крепление моторной шестерни редуктора и рабочего колеса вентилятора.

Стреловая лебедка

На рис. 29 (в нижней части) представлена кинематическая схема стреловой лебедки. Подъем и опускание стрелы лебедкой производится при помощи каната *15* барабаном *16*, связанным кулачками с червячным колесом *14*, которое приводится в движение червячным валом *17*. Вращение валу передается от электродвигателя *1* подъема ковша посредством цепи *12* через звездочки *11* и *13*. Подъем и опускание стрелы осуществляется только при разъединенной муфте *2* и расторможенном стреловом тормозе *18*. Характеристика передач приведена в табл. 5.

Таблица 5

Характеристика передач стреловой лебедки

Передачи	Обозначение (рис. 29)	Число зубьев	Модуль (шаг) в *мм*	Диаметр делительной окружности в *мм*	Угол подъема витка
Цепная передача от двигателя к червячному валу	*11*	19	44,45	270,11	—
	13	28	44,45	396,87	—
Червячная передача от червячного вала к барабану	*17*	Однозаходный	16	128	7°7′30″ правый
	14	37	16 (осевой)	592	7°7′30″ правый

Устройство стреловой лебедки показано на рис. 40. Червячная передача лебедки смонтирована в корпусе и приводится в движение электродвигателем подъемной лебедки через цепную передачу. Ведущая звездочка *9*, установленная на шпонке конического вала *8* электродвигателя и закрепленная при помощи гайки *7*, связана втулочно-роликовой цепью *10* с ведомой звездочкой *12*, сидящей на шпонке на конце червячного вала *14*. От осевого смещения звездочка *12* предохранена винтами, ввернутыми в торец вала и звездочки. Звездочка *12* изготовляется из стального литья 35Л, а звездочка *9* — из стали 35НХЛ с термической обработкой до твердости *НВ* 228—269. Между торцом звездочки *12* и корпусом *17* имеется чугунная шайба *11*, предохраняющая корпус от истирания. Цепная передача закрывается съемным кожухом *6*.

Червячный вал *14* вращается в латунных втулках *13* и *21*. Втулка *13* запрессована в корпус *17*, а втулка *21* — в стакан *20*, устанавливаемый в расточку корпуса, что обеспечивает монтаж и демонтаж червячного вала. Для восприятия осевой нагрузки от червячного вала служит упорный шарикоподшипник *15*. Червяч-

ный вал изготовляется из стали 40, термически обработанной до твердости *HB* 229—269.

Червячное колесо *16*, расположенное под червячным валом и находящееся с ним в постоянном зацеплении, имеет латунный бандаж, напрессованный на чугунную ступицу с кулачками, в которой установлена латунная втулка *32*; колесо вращается на оси *2*

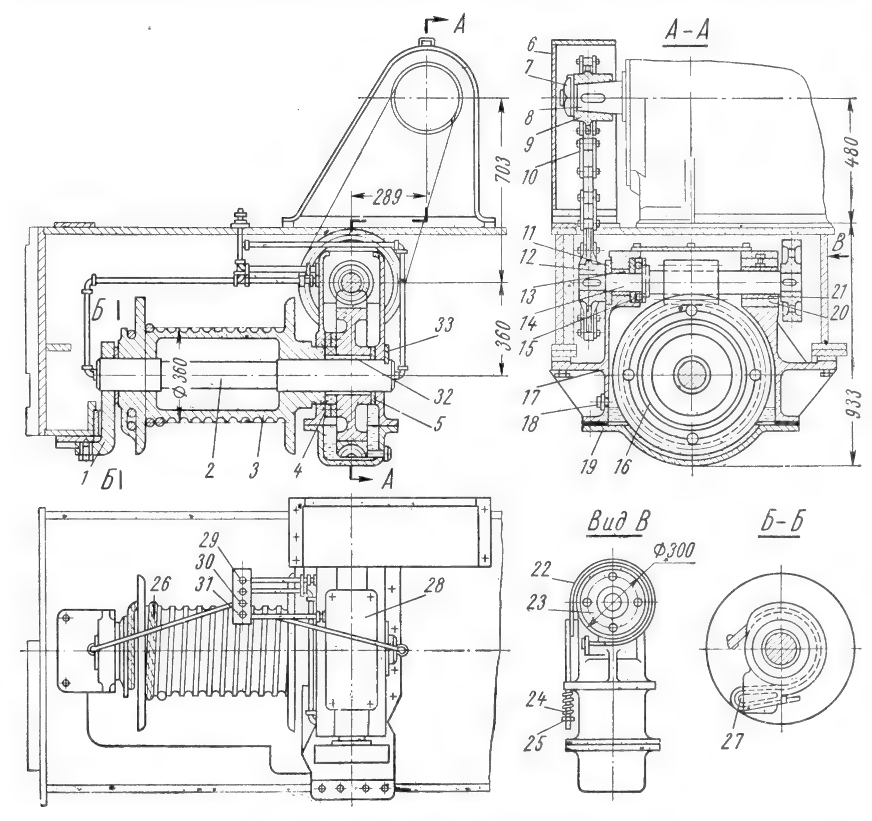


Рис. 40. Стреловая лебедка

из стали 40, подвергнутой закалке т. в. ч. на твердость $HRC \geqslant 35$. Между торцами червячного колеса и стенками корпуса на оси установлены шайбы *4* и *5*. Один конец оси *2* опирается на кронштейн *1*, другой конец оси закреплен в расточке корпуса *17* при помощи стопорной планки *33*. К корпусу *17*, отлитому из чугуна, сверху крепится на болтах крышка *28*, а снизу — съемный чугунный картер *19*; места́ разъема корпуса с крышкой и картером уплотняются картонными прокладками. Корпус имеет два фланца, которыми он прикреплен под поворотной платформой с помощью болтов.

Чугунный барабан *3* вращается непосредственно на оси *2*. Кулачки барабана находятся в зацеплении с кулачками червячного колеса *16*. На поверхности барабана нарезаны ручьи, предназначенные для направления стрелового каната *26* при навивке; навивка каната на барабане — многослойная. На барабане предусмотрен карман для крепления клином *27* конца каната, а также реборды, устраняющие его (каната) сползание.

Тормоз лебедки имеет ленточную конструкцию. Стальная лента *22* с приклепанной с внутренней стороны тормозной асбестовой обкладкой постоянно зажимает чугунный шкив *23*, насаженный на второй конец червячного вала *14*. Усилие зажатия регулируется поджатием пружины *24* гайкой *25*. Тормоз предотвращает самопроизвольное опускание стрелы во время работы экскаватора.

Во время эксплуатации экскаватора необходимо следить за степенью затяжки тормоза стреловой лебедки: должно обеспечиваться постоянное положение стрелы. Пружина тормоза не должна быть затянута до соприкасания ее витков. Следует также регулярно проверять крепление лебедки к платформе и состояние каната.

Перед пользованием стреловой лебедкой следует проверить уровень масла в ванне (он должен быть на уровне контрольной пробки *18*) и произвести смазку подшипников. Заливка масла в ванну червячной передачи и смазка подшипников производится с поворотной платформы маслами, предусмотренными картой смазки. Через масленки *29* подается консистентная смазка к подшипникам червячного вала, через масленки *30* смазываются ступицы барабана и через горловину *31* заливается масло в ванну передачи.

В связи с тем, что электродвигатель *8* является общим для привода механизмов подъема ковша и стреловой лебедки, которые не могут работать одновременно, для включения стреловой лебедки производятся следующие подготовительные операции: затормаживается подъемная лебедка — отключается один контакт электрической цепи электромагнитного вентиля (ВВ-32Ш) пневмораспределителя тормоза подъема; выбиваются пальцы, соединяющие полумуфты моторной муфты; надевается втулочно-роликовая цепь на звездочки двигателя и стреловой лебедки, замыкается соединительное звено; цепь смазывается согласно карте смазки; растормаживается тормоз стреловой лебедки.

Стрела должна опускаться на подготовленную насыпь или шпальную клетку, высотой не ниже оси пяты стрелы. Под корпус противовеса также выкладывается шпальная клетка. После подъема стрелы тормоз стреловой лебедки должен быть затянут и цепь снята со звездочек.

Центральная цапфа

Центральная цапфа (рис. 41) предназначена для центрирования поворотной платформы экскаватора относительно оси вращения и восприятия осевых нагрузок, возникающих при работе экска-

ватора. Цапфа *1* откована из стали 40 в виде пустотелого цилиндра, имеющего на верхнем конце фланец, а на нижнем—наружную резьбу. После термической обработки материал цапфы имеет твердость *HB* 164—207; для повышения износостойкости наружная поверхность цапфы подвергается закалке т. в. ч. до твердости $HRC \geqslant 40$.

Верхняя часть цапфы установлена в центральной расточке поворотной платформы и закреплена от проворачивания стопорной планкой *3*, удерживаемой болтами *4* и упором *2*. Нижняя часть цапфы вращается во втулке ходовой тележки; на ее резьбовом конце навинчена стальная гайка *9*, удерживающая поворотную платформу от опрокидывания. Гайка застопорена врезными планками *10*, привинченными винтами *11*. Между гайкой и торцом отливки нижней рамы установлена с зазором 1—2 *мм* бронзовая сферическая шайба *7*; такая конструкция позволяет предотвратить заклинивание и изгиб цапфы. Смазка к трущимся поверхностям подается по маслопроводам *6* и *7* (см. рис. 53).

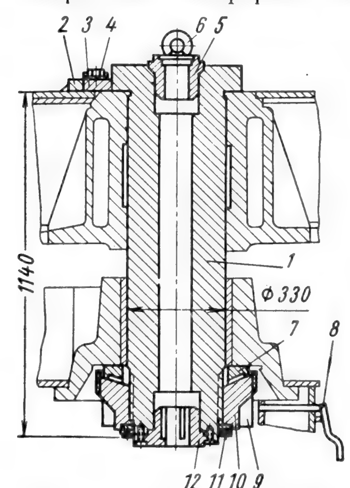


Рис. 41. Центральная цапфа

В отверстие цапфы вставлены верхний *5* (рис. 41) и нижний *12* стаканы, являющиеся опорой для установки трубы низковольтного токоприемника; через полую часть цапфы также проходят шланги с электрокабелем. Для демонтажа устанавливается рым *6*, а для отвинчивания гайки *9* используется стержень *8*.

При эксплуатации следует систематически контролировать осевой зазор в цапфе и при необходимости его регулировать; проверять крепление гайки и стопорных планок, производить смазку согласно карте смазки.

Пневматическая система

Пневматическая система (пневмосистема) служит для управления тормозами подъемной лебедки, поворотных и напорного механизмов, для подачи звукового сигнала, для привода станций густой смазки и привода различного инструмента, а также используется для удаления пыли с электрооборудования и механизмов.

Техническая характеристика пневмосистемы

Тип компрессора	ЭК-4
Производительность компрессора в $м^3/мин$	0,3
Рабочее давление в системе в $кГ/см^2$	5—7,0
Тип приводного электродвигателя	АОС-51/4
Мощность электродвигателя в *квт*	4,5
Число оборотов вала двигателя в минуту	1290

Принципиальная схема пневмосистемы приведена на рис. 42. Воздух, очищенный в фильтре *7* от механических примесей, сжимается компрессором *8* и через обратный клапан *6* и маслоотделитель *5* поступает в воздухосборник *1*, на котором имеется манометр *3*, предохранительный клапан *2* и спускной вентиль *4*. Из воздухосборника сжатый воздух по трубопроводам подается к электропневматическим распределителям *14*, которые управляют подачей воздуха к цилиндрам *13* тормозов поворотных, подъемного и напорного механизмов.

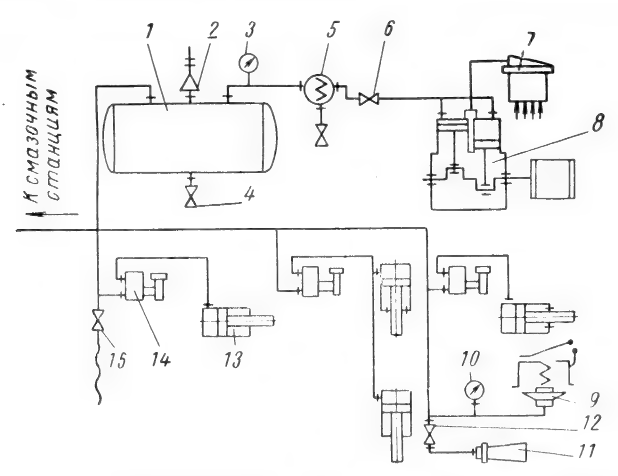


Рис. 42. Принципиальная схема пневматической системы экскаватора

Подача сжатого воздуха к пневмоинструментам производится через вентиль *15*, а для звукового сигнала *11* — через кран *12*, установленный в кабине машиниста. Там же установлены контрольный манометр *10* и реле давления *9*, которое автоматически поддерживает давление в сети в пределах от 5 до 7 $кГ/см^2$.

Реле давления состоит из механической и электрической частей. В зависимости от давления воздуха механическая часть замыкает или размыкает электрические контакты, которые включены в цепь управления электродвигателем компрессора.

Расположение узлов пневмосистемы приведено на рис. 43. На левой стороне поворотной платформы расположена компрессорная установка *1*. Воздухосборник *2* размещен под левой площадкой платформы и закреплен при помощи хомутов *10*. Компрессор соединен с воздухосборником нагнетающим трубопроводом *3*, который состоит из стальных труб диаметром 28 *мм*. Питающая магистраль *4* выполнена из таких же труб. Подвод воздуха от магистрали к электропневматическим распределителям *11*; *5* и *9*, соответственно тормозов поворотных, подъемного и напорного

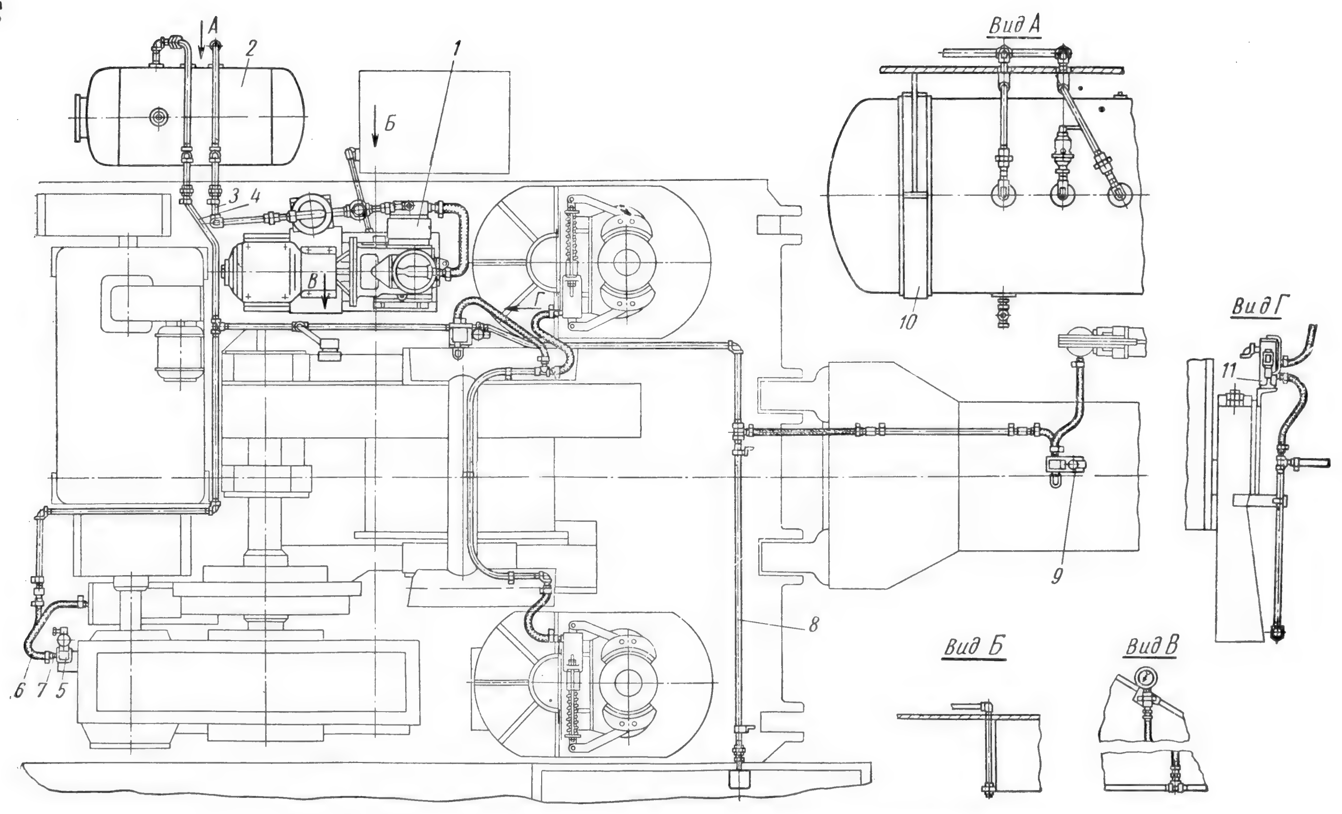


Рис. 43. Пневматическая система управления механизмами экскаватора

механизмов, и от них к рабочим цилиндрам производится гибкими резиновыми шлангами *6* с тканевой прослойкой внутренним диаметром 18 *мм*. Шланги надеваются на наконечники *7* распределителей и зажимаются хомутами. От трубопровода *8* питается аппаратура, установленная в кабине машиниста.

Компрессорная установка (рис. 44) состоит из поршневого двухцилиндрового одноступенчатого компрессора *1*, имеющего моторный вал *8*, и электродвигателя *6* переменного тока, установленных на постаменте *10* и соединенных между собой пальцевой

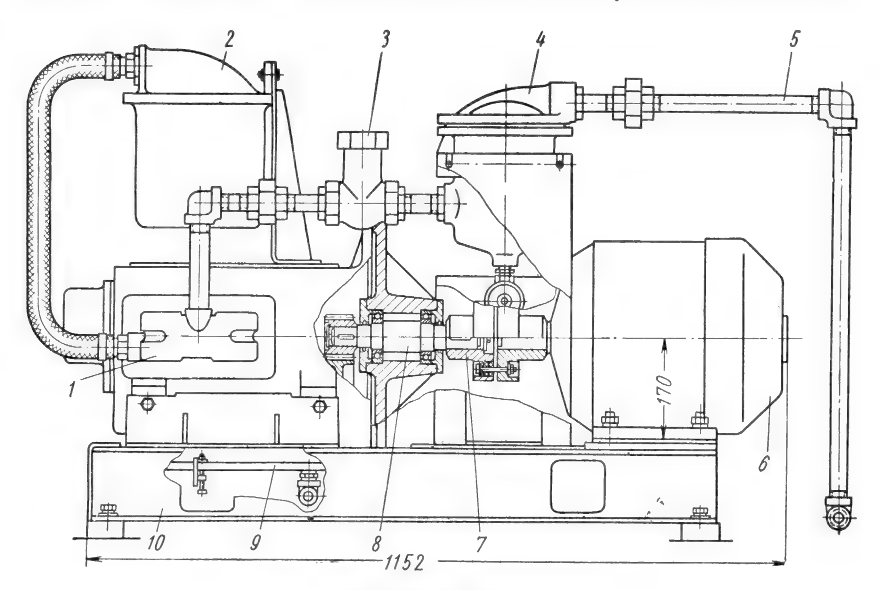


Рис. 44. Установка компрессора

муфтой *7*. Для очистки всасываемого воздуха от пыли служит фильтр *2* с набивкой. Обратный клапан *3* пропускает сжатый воздух только в одном направлении — от компрессора по трубопроводу *5* к воздухосборнику через маслоотделитель *4*, где удаляется масло и влага. Для подогрева картера холодного компрессора в зимнее время предусмотрена электрогрелка *9*.

Воздухосборник (рис. 45) представляет собой стальной сосуд *1* цилиндрической формы с эллиптическими днищами и предназначен для сглаживания пульсирующего давления воздуха, поступающего от компрессора, отделения воды из воздуха, а также для создания запаса сжатого воздуха. Воздухосборник оборудуется предохранительным клапаном *3* с приспособлением для продувки (проверки работоспособности), сливным вентилем *2* и манометром *4*, который вынесен на поворотную платформу. Для периодической очистки полости воздухосборника от грязи предусмотрен люк *5*.

Устройство и принцип действия электропневматического распределителя показаны на рис. 46 и 47. Действием распределителя управляет электромагнитный вентиль *10* типа ВВ-22А или ВВ-32Ш. При включении тока в катушке *12* электромагнита вентиля золотник *13* вентиля перемещается вниз и открывает канал для доступа сжатого воздуха в верхнюю полость распределителя. Сжатый воздух перемещает шток *3* с клапанами *5* и *7* вниз и соединяет систему с рабочими пневмоцилиндрами механизмов. При отключении тока в электромагните вентиля его пружина *14* воз-

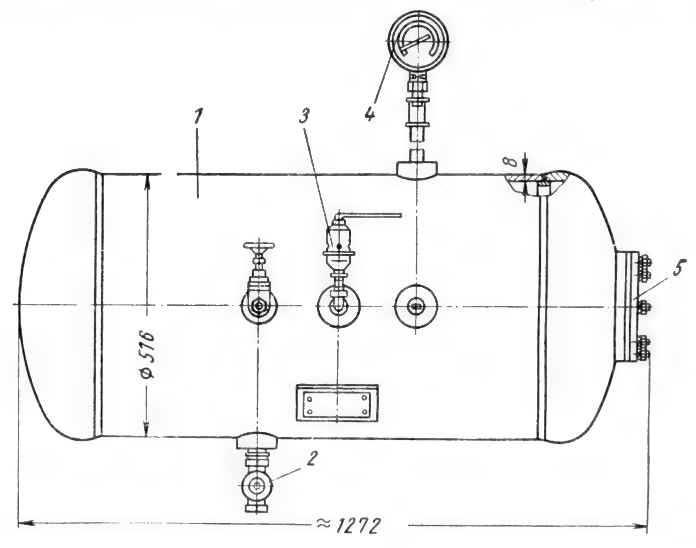


Рис. 45. Воздухосборник

вращает золотник в исходное положение (вверх). Тем самым перекрывается доступ сжатому воздуху в верхнюю полость распределителя. Под действием пружины *9* шток *3* с клапанами *5* и *7* перемещается вверх, закрывая доступ сжатому воздуху к цилиндрам и сообщая последний с атмосферой. Для уплотнения соединений деталей распределителя применяются резиновые прокладки *1* и *6*, кольцо *4* и манжета *2*. Все детали на штоке *3* затягиваются гайками *8* и *11*.

При уходе за пневмосистемой необходимо систематически сливать конденсат из воздухосборника и отстой из маслоотделителя. При нарушении герметичности соединений пневмосистемы следует немедленно устранять утечки сжатого воздуха, так как это вызывает излишнюю работу компрессорной установки и может привести к перегреву и преждевременному выходу из строя компрессора и двигателя. Кроме того, при падении давления в системе ниже 5 $кГ/см^2$ тормоза механизмов не могут быть разомкнуты.

Для обеспечения работоспособного состояния компрессора необходимо регулярно проверять и поддерживать уровень масла в картере (по маслоуказателю) и своевременно менять его согласно

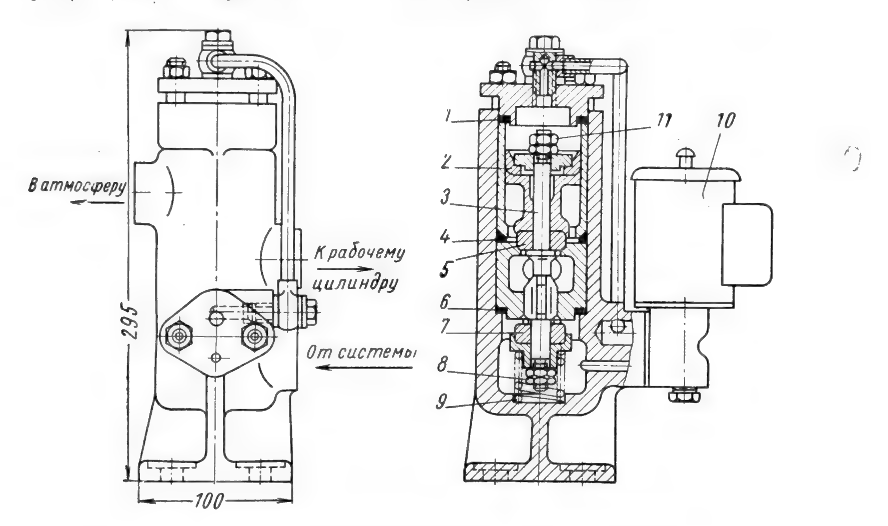


Рис. 46. Электропневматический распределитель

карте смазки. При обнаружении перегрева клапанной коробки компрессора свыше 180° С, а также при появлении ненормальных шумов и стуков следует компрессор остановить и устранить дефекты.

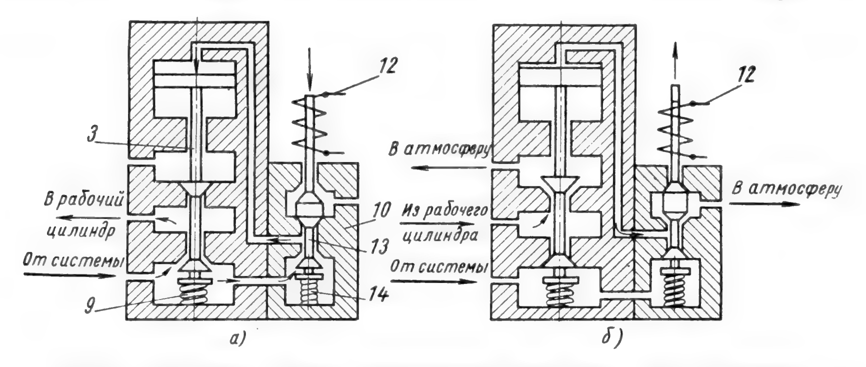


Рис. 47. Принцип действия электропневматического распределителя:

а — ток в катушке электромагнита вентиля включен; *б* — ток в катушке электромагнита вентиля выключен

В зимнее время картер холодного компрессора следует подогреть электрогрелкой. Уход и эксплуатация воздухосборника должны производиться в соответствии с требованиями «Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением».

Кузов

Кузов экскаватора защищает механизмы на платформе от атмосферных осадков, пыли и т. п. Стенки кузова изготовлены из стального листа толщиной 3 *мм* в виде отдельных панелей, соединенных болтами и прикрепленных к поворотной платформе (сваркой) и к кабине машиниста (болтами). Для жесткости кромки панелей отгибаются. Кровля кузова выполнена также панелями, которые положены на фермы, скрепленные со стенками при помощи болтов. Над преобразовательным агрегатом и поворотными электродвигателями панели кровли выполнены съемными для удобства демонтажа электрооборудования при ремонтах.

В кузов входит шкаф для электрооборудования, установленный с правой стороны, а также шкафы для одежды и инструмента, расположенные у левой стенки; там же установлен верстак с тисками для производства мелкого ремонта.

Охлаждение электрооборудования на платформе в летний период осуществляется тремя осевыми вентиляторами типа МЦ-6 (производительность 7200—12 000 $м^3/ч$ при напоре 22,5—14,0 $кГ/м^2$), установленными на боковых стенках кузова.

Кузов имеет одни входные двери и одни двери для выхода на стрелу. Выход на кровлю для доступа к узлам двуногой стойки производится по лестнице на передней стенке кузова. В целях безопасности работы персонала по периметру кровли кузова предусмотрены перила. На передней стенке кузова смонтированы на кронштейнах два прожектора.

В период эксплуатации следует следить за состоянием покраски кузова и плотностью соединений его элементов.

Кабина машиниста

Из кабины машинист управляет всеми механизмами и системами экскаватора во время рабочего процесса, кабина также защищает машиниста от дождя, снега, ветра и т. п. Создание нормальных условий труда машинисту на рабочем месте позволяет повысить производительность экскаватора, поэтому при изготовлении кабины учитываются требования эргономики и технической эстетики.

Кабина машиниста экскаваторов ЭКГ-4,6А и ЭКГ-4,6Б отличается от кабины предшествующих моделей экскаваторов. Она выполнена отдельной от кузова экскаватора и полностью собирается на заводе. Размеры кабины: ширина 1350 *мм*, длина (основание) 2025 *мм*, высота 2700 *мм* и площадь остекления 4,0 $м^2$.

В кабине (рис. 48) имеется сиденье машиниста и сиденье помощника машиниста, аппаратура управления, контрольные приборы и вспомогательное оборудование.

Кабина состоит из следующих основных частей: корпуса с обшивкой, окон и дверей.

Корпус представляет собой металлический остов с проемами для окон и дверей; его основание, стенки и кровля соединены между собой сваркой. Стенки скреплены болтами, стыки уплотнены сырой резиной. Для жесткости и прочности стенки выполнены с отбортовкой края листа и снабжены ребрами из уголков.

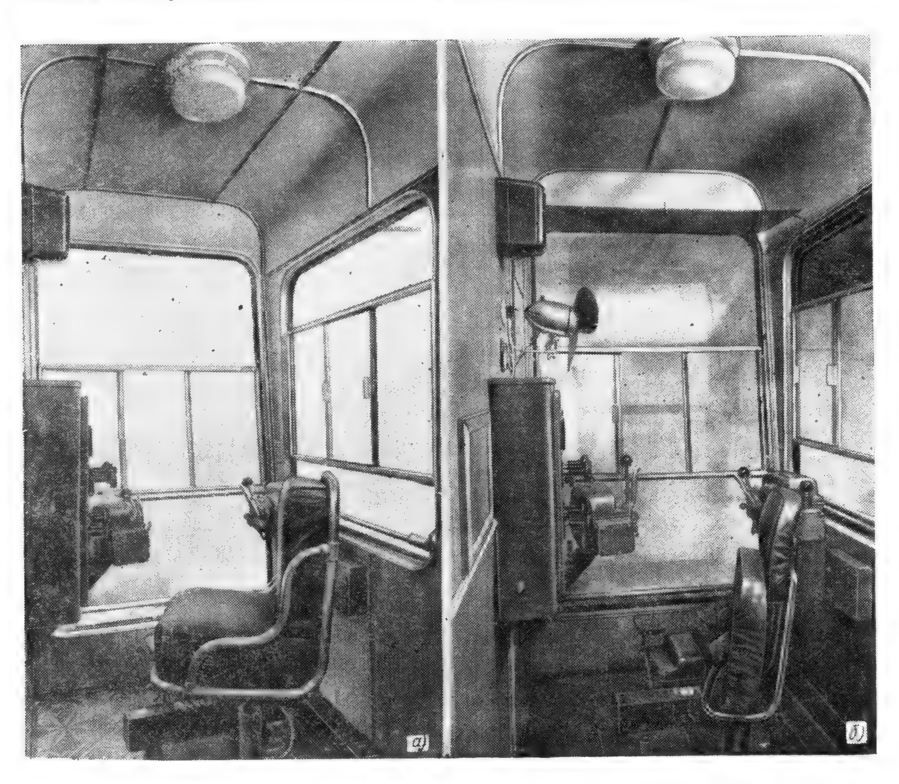


Рис. 48. Внутренний вид кабины машиниста экскаваторов ЭКГ-4,6А (*а*) и ЭКГ-4,6Б (*б*)

Боковые и задняя стенки имеют вертикальное положение, а передняя наклонена вперед. Кабина основанием крепится к правой площадке поворотной платформы. К левой и задней стенкам крепятся элементы и узлы кузова. Крепление производится болтами.

Для снижения вибрации в кабине между основанием и площадкой предусмотрены резиновые прокладки, а для предотвращения смещения кабины снизу устанавливаются упоры из уголков с резиновыми прокладками.

В целях ограждения машиниста от шума при работе механизмов и для сохранения постоянной температуры в кабине последняя имеет термо-звукоизоляцию.

Внутри кабина имеет деревянный каркас, состоящий из вертикальных и горизонтальных брусьев, прикрепленных посредством скобок к корпусу. Стенки и потолок кабины изолированы пенопластом, а пол — древесноволокнистой плитой. Изоляция стенок обшита декоративной фанерой, потолок — декоративным пластиком светлого тона. Пол кабины застлан толстой бакелизированной фанерой и линолеумом. Обшивка кабины крепится на шурупах и винтах к деревянному каркасу, стыки между листами обшивки закрываются алюминиевым профилем с пазом для ленты из пластиката. Внутри обшивки и под полом проложены шланги с электропроводами.

Дверь кабины навешена на задней стенке на петлях, в двери имеется окно для наблюдения за механизмами на платформе. Дверь снабжена замком с наружной и внутренней ручками и засовом. Для запирания двери снаружи ручка стопорится винтом при помощи ключа. Проем двери уплотняется эластичной резиной, которая приклеивается к каркасу и поджимается алюминиевыми угольниками с помощью шурупов.

Переднее окно кабины располагается почти во всю высоту стенки и состоит из верхнего и нижнего стекол, между которыми находится остекленная рама из алюминиевых профилей. В раме установлено два неподвижных крайних стекла и одно подвижное среднее. Подвижное стекло может перемещаться вправо и влево по направляющим пазам рамы, что позволяет легко открывать окно и проветривать кабину. Переднее окно, как и стенка, имеет наклон вперед, что уменьшает загрязнение окна, не допускает скопления на нем пыли, снега и пр.

Правое окно по конструкции аналогично переднему, но меньше по размерам. Левое окно и окно двери выполнены глухими.

Все окна в корпусе закреплены при помощи резинового профиля. Наружным узким пазом резиновый профиль надевается на кромку проема кабины, а в широкий паз устанавливаются стекла и рама со стеклами, затем профиль расклинивается резиновым шнуром, который заводится в замок при помощи специального ключа (находится в комплекте инструмента). Дополнительно стекла закрепляются шайбами с винтами. Неподвижные стекла в рамах уплотнены П-образным резиновым профилем, а подвижные — плоскими резиновыми профилями, закрепленными в канавках стоек рамы. Для окон используется небьющееся стекло «сталинит» или «триплекс», которые могут воспринимать без повреждения незначительные удары мелких камней. Внутри кабины по контуру окна обрамлены облицовочным алюминиевым профилем.

Расположение окон позволяет машинисту вести наблюдение за рабочим оборудованием при копании и за транспортными средствами при разгрузке ковша. Для обслуживания правого поворотного электродвигателя на левой стенке кабины предусмотрено окно, закрывающееся фанерной задвижкой. Для защиты машиниста от ярких солнечных лучей на переднем и правом окне установлены светозащитные стекла; переднее светозащитное стекло может подниматься.

Для сохранения стекол окон от запотевания и обмерзания в холодное время года предусмотрены электрические грелки, установленные под окнами. На экскаваторе в северном исполнении для этой цели предусмотрены дополнительно два электротепловентилятора типа ТВ-6 («Луч»). Вентиляторы устанавливаются на полу, а теплый воздух направляется вверх в сторону окна.

На экскаваторе ЭКГ-4,6Б используется нормализованное сиденье машиниста производства Калининского учебно-производственного предприятия № 2. Сиденье имеет трубчатый металлический каркас, к которому прикреплены подушки из эластичного материала — латекса, обшитые кожзаменителем и закрытые чехлами. Сиденье машиниста можно регулировать по высоте, перемещать вперед и назад, в зависимости от роста машиниста, также откидывать подушку вверх и поворачивать сиденье вокруг своей оси, что создает необходимый проход машинисту для посадки в кресло. Сиденье помощника машиниста представляет собой откидную подушку, установленную на задней стенке кабины. Подушка унифицирована с подушкой сиденья машиниста.

Для местного охлаждения машиниста на левой стенке кабины установлен вентилятор.

Конструкция поворотной платформы

Поворотная платформа состоит из основной поворотной рамы *17* (см. рис. 5), к которой присоединены корпус противовеса *21*, правая и левая боковые площадки *19* и *15*.

Поворотная рама изготовляется сварной из листовой стали 09Г2С. В передней части рамы вварена сварно-литая балка с гнездами и проушинами для установки и подсоединения пят и боковых оттяжек стрелы. В средней части вварен литой кронштейн для центральной цапфы. Имеются также две ступицы для выходных валов поворотных редукторов и два кронштейна для соединения с задними оттяжками двуногой стойки. Задняя сторона рамы усилена стальными плитами с пазами для закладки шпонок, соединяющих раму с противовесом. На верхней поверхности рамы предусмотрены платики для установки механизмов. Внутри рама усилена ребрами.

Боковые площадки состоят из кронштейнов, на которые положен настил из рифленой стали. Кронштейны площадок прикреп-

лены болтами к боковым сторонам поворотной рамы. В левой площадке предусмотрены ящики для хранения смазочных и обтирочных материалов.

Площадка *20* (см. рис. 5) с лестницей и перилами для входа на экскаватор расположена с правой стороны платформы, а площадка *16* для выхода на стрелу — слева спереди. Там же установлено ограждение *22* для защиты обслуживающего персонала на случай обрыва каната механизма открывания ковша.

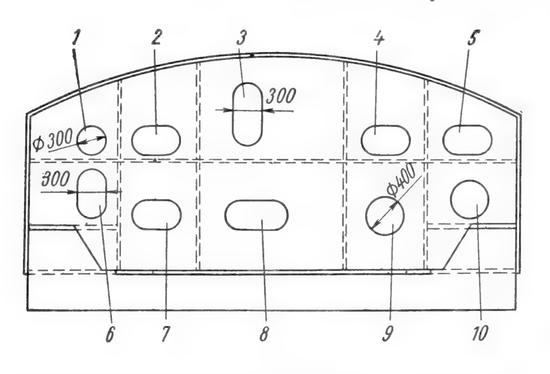


Рис. 49. Схема отсеков для загрузки противовеса

Корпус противовеса выполнен в виде металлической коробки с отсеками для засыпки балласта. Внутри корпуса проходят желоба для электропроводки. На верхнем листе приварены платики для преобразовательного агрегата. Корпус крепится к поворотной раме замком с болтами и двумя шпонками.

Балласт общим весом 31 *т* для экскаватора ЭКГ-4,6А и 33 *т* для экскаватора ЭКГ-4,6Б засыпается в корпус противовеса при монтаже экскаватора, до установки преобразовательного агрегата. Для балласта используются гравий и щебень твердых тяжелых пород с насыпным весом не менее 2,4 $т/м^3$ для экскаватора ЭКГ-4,6А и 3,0 $т/м^3$ для экскаватора ЭКГ-4,6Б. Могут быть использованы также медеплавильные шлаки. Размеры кусков балласта должны быть не менее 10 *мм* и не более 150 *мм*. При отсутствии балласта с необходимым насыпным весом следует добавлять металлолом с размерами кусков не менее 60 *мм* и не более 250 *мм*. Насыпной балласт перед загрузкой должен быть промыт от пыли и грязи.

Схема отсеков для загрузки противовеса изображена на рис. 49. Отсеки *1*, *2*, *4* и *5* имеют объемы по 1 $м^3$, отсек *3* — 2,1 $м^3$, отсеки *6* и *10* — 1,3 $м^3$, отсек *8* — 2,15 $м^3$; отсеки *7* и *9* — 1,1 $м^3$.

ХОДОВАЯ ТЕЛЕЖКА

Нижняя рама

Нижняя рама служит основанием для установки механизмов ходовой тележки. Конструкция нижней рамы экскаватора ЭКГ-4,6А изображена на рис. 50. Рама *10* сварена из листовой стали О9Г2С в виде коробки с внутренними диафрагмами для жесткости. В верхней части рамы вварена отливка *5* для установки централь-

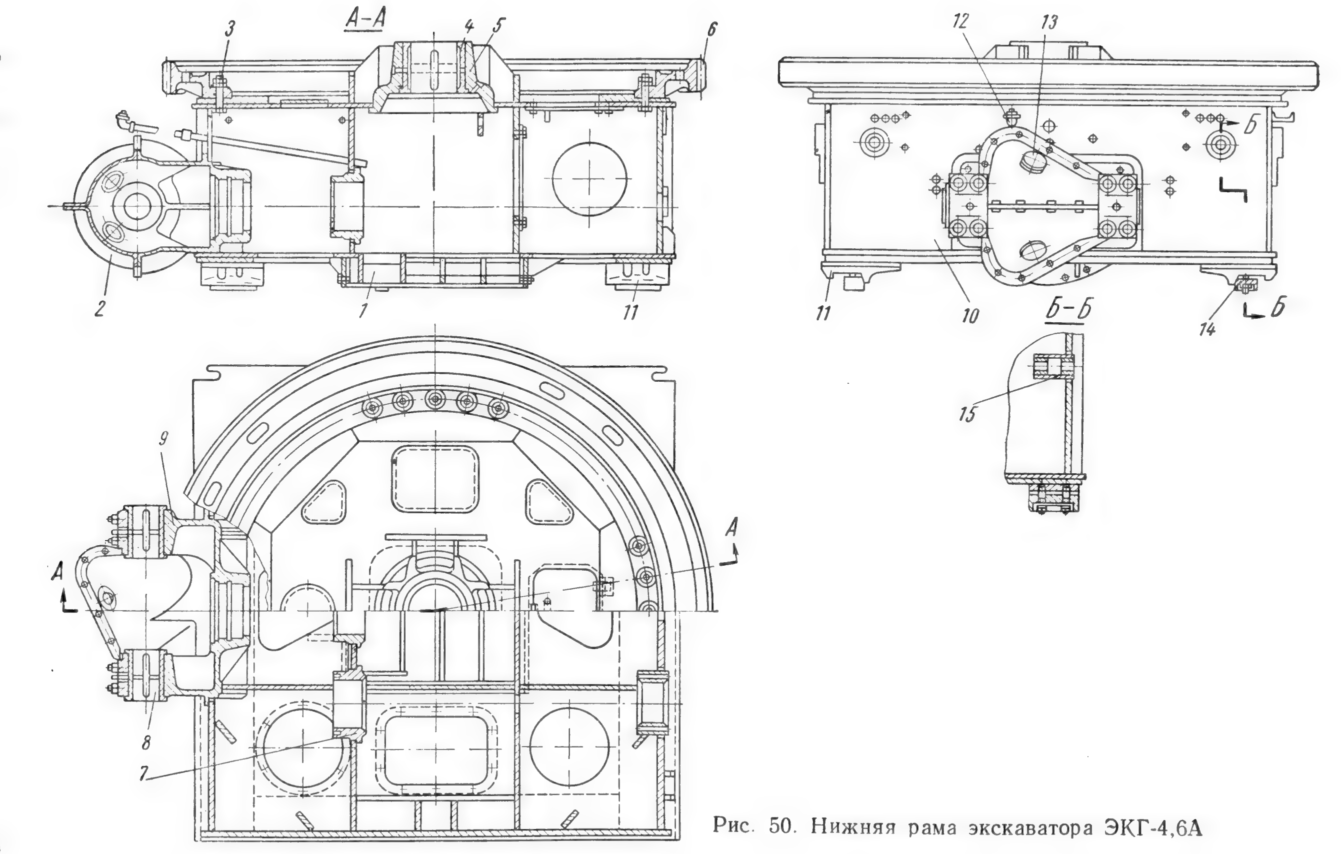


Рис. 50. Нижняя рама экскаватора ЭКГ-4,6А

ной цапфы, в левой стенке вварен картер *9* для конической передачи, который закрывается штампованными крышками *2*. Внутри рамы вварены ступицы *7* для подшипников ходового механизма. С нижней стороны к раме привариваются башмаки *11*, которые служат для соединения с замками гусеничных рам; с помощью клиньев *14* обеспечивается плотность замкового соединения. К верхнему листу нижней рамы с помощью болтов *3* и втулок прикреплен зубчатый венец *6*, отлитый из стали 35Л. В расточке центральной отливки установлена латунная втулка *4*, а в расточках картера — латунные вкладыши *8*. Для валиков механизма переключения муфт предусмотрены подшипники *15* с запрессованными втулками.

Съемный кожух *1* служит масляной ванной для зубчатой цилиндрической пары, установленной в нижней раме. Масло в ванну заливается через горловину *12*, закрываемую пробкой. Смазка конической пары производится через съемный люк *13*.

Ходовой механизм

На рис. 51 приведена кинематическая схема ходового и гусеничного механизмов экскаватора ЭКГ-4,6А. Привод механизмов осуществляется от электродвигателя *1* через муфту *6*, трехступенчатый редуктор с зубчатыми передачами *3* и *8*, *4* и *5*, *9* и *10*, зубчатую пару *11* и *7*, коническую пару *12* и *17*, муфту *13*, бортовую зубчатую передачу *14* и *16* на ведущие колеса *15*, которые приводят в движение гусеницы. Торможение механизма производится тормозом *2*. Характеристика зубчатых передач дана в табл. 6.

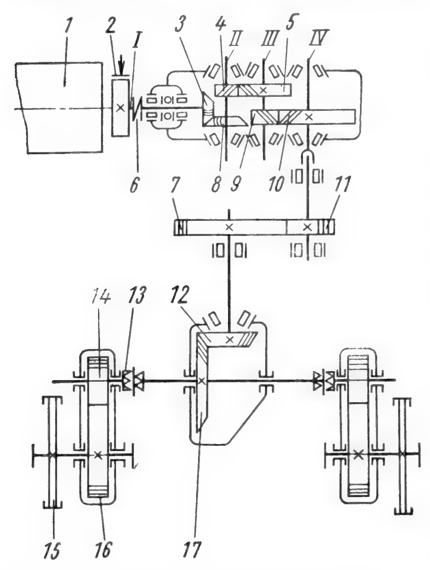


Рис. 51. Кинематическая схема ходового и гусеничного механизмов экскаватора ЭКГ-4,6А

Ходовой механизм экскаватора ЭКГ-4,6А (рис. 52) включает в себя электродвигатель *15* постоянного тока, прикрепленный болтами к передней стенке нижней рамы, редуктор хода *13*, эластичную соединительную муфту *14*, на которой установлен колодочный тормоз *3*. Промежуточный вал *11* смонтирован на двух сферических подшипниках *12*; один конец вала соединен шлицами с пустотелым валом редуктора хода *13*, на другом конце на шлицах установлена шестерня *10*, находящаяся в зацеплении с зубчатым колесом *4*, которое сидит на продольном валу *6*. Продольный вал

Таблица 6

Характеристика зубчатых передач ходового механизма

Передачи	Обозначение (рис. 51)	Число зубьев	Модуль в *мм*	Диаметр делительной окружности в *мм*	Длина зуба в *мм*	Коэффициент коррекции	Марка стали	Твердость материала зубьев [1]	Угол наклона зуба
От вала *I* (электродвигателя)	*3*	14	7,5	161	50	—	18Х2Н4ВА	$\frac{-}{\geqslant 54}$	35°50′ (средний)
к валу *II*	*8*	26	7,5	299	50	—	18Х2Н4ВА	$\frac{-}{\geqslant 54}$	
От вала *II*	*4*	15	6	91,06	100	+0,3	20Х2Н4А	$\frac{321-420}{54-63}$	8°44′45″
к валу *III*	*5*	70	6	424,94	100	—0,3	38ХГН	$\frac{269-302}{-}$	
От вала *III*	*9*	11	10	110,68	160	+0,35	20Х2Н4А	$\frac{321-420}{54-63}$	6°29′20″
к валу *IV* (промежуточному)	*10*	51	10	513,29	160	—0,35	38ХГН	$\frac{255-302}{\geqslant 45}$	

Продолжение табл. 6

Передачи	Обозначение (рис. 51)	Число зубьев	Модуль в *мм*	Диаметр делительной окружности в *мм*	Длина зуба в *мм*	Коэффициент коррекции	Марка стали	Твердость материала зубьев [1]	Угол наклона зуба
От промежуточного вала	*11*	13	22	286	200	+0,32	38ХГН	$\frac{241—286}{\geqslant 45}$	—
к продольному	*7*	40	22	880	200	—	35ХНЛ	$\frac{207—269}{\geqslant 40}$	
От продольного вала	*12*	14	32	448	160	—	34ХН1М	$\frac{269—321}{35—45}$	—
к поперечному	*17*	22	32	704	160	—	34ХН1М	$\frac{269—321}{35—45}$	
От поперечного вала	*14*	12	26	312	200	+0,5	34ХН1М	$\frac{241—286}{\geqslant 45}$	—
к ведущей полуоси	*16*	32	26	832	200	—	34ХН1М	$\frac{255—302}{\geqslant 40}$	

[1] В числителе — твердость *HB* (по Бринеллю) сердцевины зуба, в знаменателе — твердость *HRC* (по Роквеллу по шкале C) поверхности зуба.

вращается на сферическом *5* и коническом *2* подшипниках; подшипниковые узлы закрыты крышками и лабиринтными шайбами. На конце продольного вала на шлицах закреплена кони-

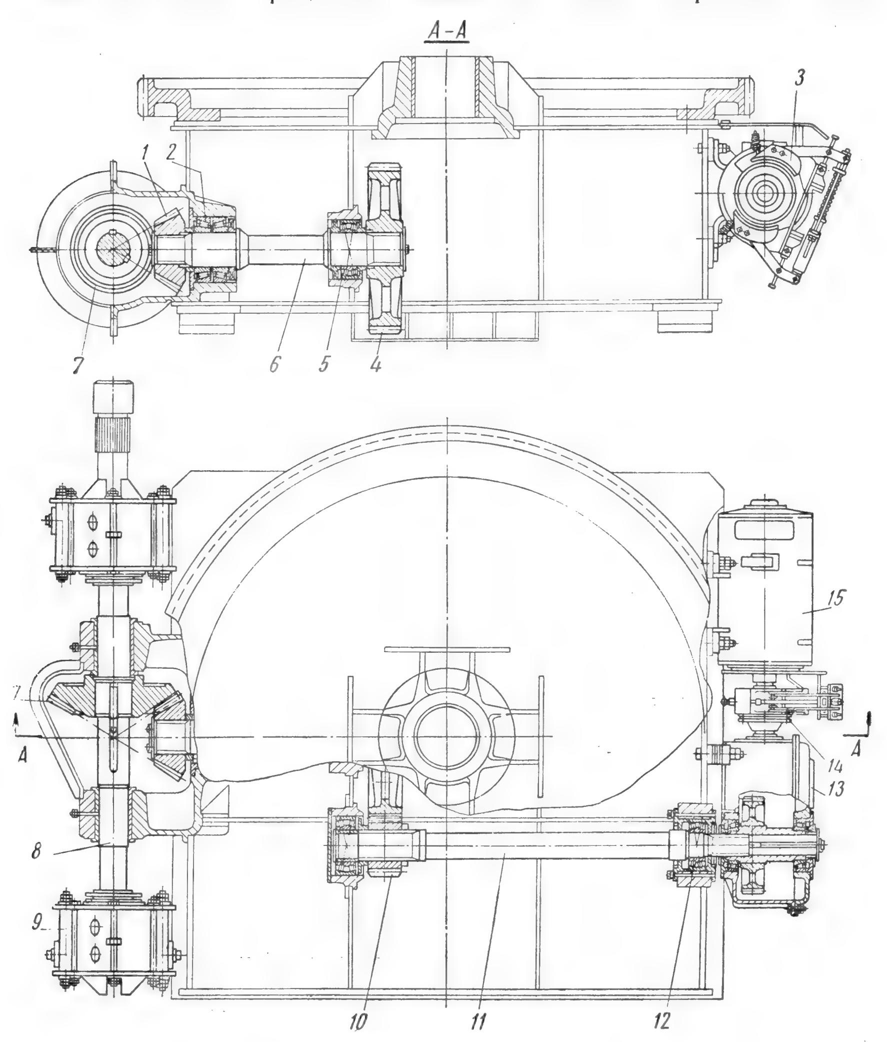


Рис. 52. Ходовой механизм экскаватора ЭКГ-4,6А

ческая шестерня *1*, входящая в зацепление с коническим колесом *7*, установленным на шпонках на поперечном валу *8*, который передает движение через муфты переключения *9* гусеничному ходу. Поперечный вал *8* вращается на подшипниках скольжения с латунными вкладышами. Цилиндрическая зубчатая пара должна

иметь боковой зазор в пределах 0,38—2,3 *мм*, пятно контакта зубьев должно составлять 50% длины и 30% высоты зуба.

Коническая зубчатая пара имеет боковой зазор 1,5—4 *мм* и пятно контакта зубьев 50% длины и 20% высоты зуба. Смазка цилиндрической зубчатой пары — жидкая, а конической — консистентная.

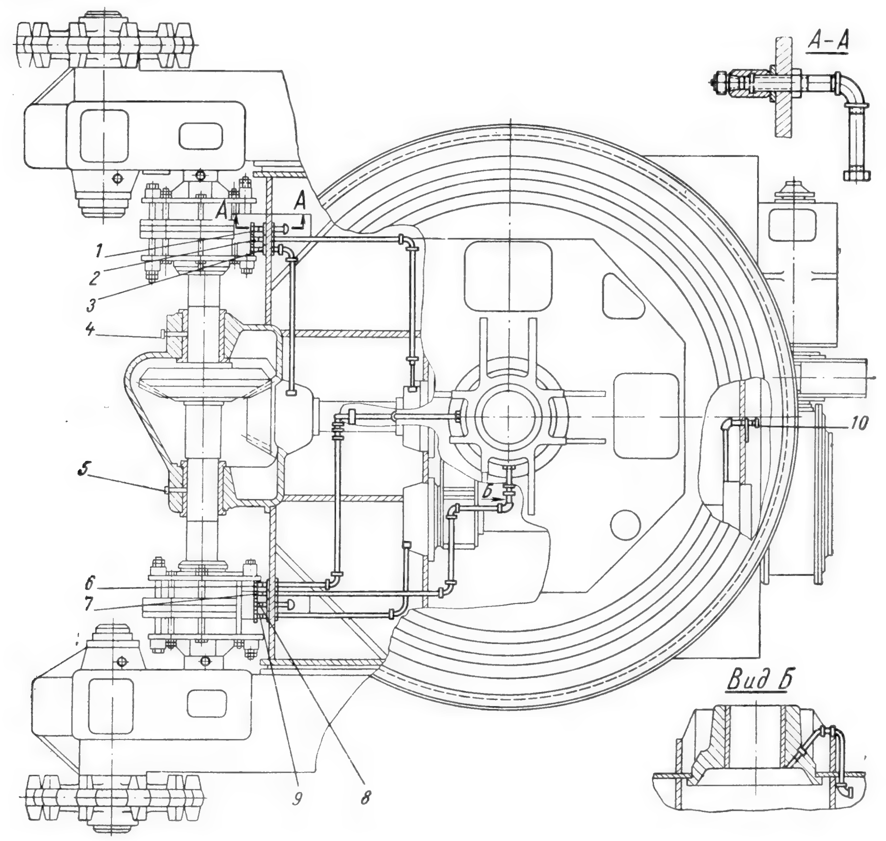


Рис. 53. Система густой смазки ходового механизма экскаватора ЭКГ-4,6А

Подшипниковые узлы ходового механизма смазываются консистентной смазкой, точки подвода смазки указаны на рис. 53: *2* и *3* — смазка подшипников продольного вала, *4* и *5* — подшипников поперечного вала, *9* и *10* — подшипников промежуточного вала, *1* и *8* — механизма переключения.

Редуктор хода экскаватора ЭКГ-4,6А (рис. 54) — трехступенчатый, с конической и цилиндрическими косозубыми передачами. Ведущая коническая вал-шестерня *6* опирается на подшипники качения — роликовый *11*, упорный шариковый *10* и

конический *7*, смонтированные в стакане *9*, который установлен в расточке корпуса *1* редуктора. На конце вал-шестерни на шлицах сидит приводная полумуфта *8*. Вал-шестерня *6* приводит в движение коническое колесо *12*, закрепленное с помощью болтов *13* на вал-шестерне *5*. Последняя находится в зацеплении с зубчатым колесом *3*, сидящим на шпонке на вал-шестерне *4*, которая, в свою очередь, находится в зацеплении с зубчатым

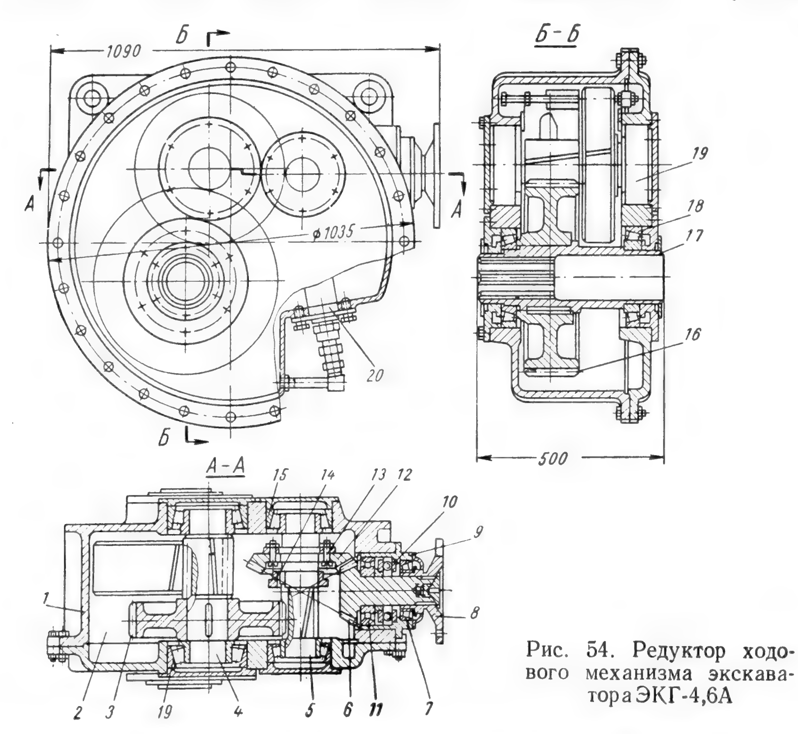


Рис. 54. Редуктор ходового механизма экскаватора ЭКГ-4,6А

колесом *16*, установленным на пустотелом валу *17*. Вал-шестерни *4* и *5*, а также вал *17* вращаются на роликовых подшипниках *15*, *18* и *19*, которые устанавливаются с осевым люфтом 0,07—0,18 *мм*. Все зубчатые передачи помещены в масляной ванне *2* корпуса редуктора, отлитого из стали 35Л. Боковой зазор зубчатых передач редуктора равен 0,21—0,54 *мм*, пятно контакта зубьев составляет 75% длины и 45% высоты зубьев. Смазка зубчатых передач и подшипников — циркуляционная, от плунжерного насоса *20*, который находится внутри редуктора и приводится в движение от эксцентрика *14*.

Смазочная система редуктора приведена на рис. 55. Масло из нижней части редуктора по трубе *4* засасывается насосом *2* и под давлением по маслопроводу *3* подается к подшипниковой опоре ведущей вал-шестерни и, через брызгало *1*, на зубчатые передачи.

Устройство плунжерного насоса изображено на рис. 56. В корпусе 7 помещен плунжер 2, опирающийся на толкатель 3, подпружиненный двойной пружиной 4 и соединенный с плунжером 5, в котором смонтирован клапан 6. В штуцере 8, ввернутом в нижнюю часть корпуса насоса, помещен впускной клапан 9. При вращении эксцентрика, установленного на первом валу редуктора хода, плунжер 2 через ролик 1 получает движение

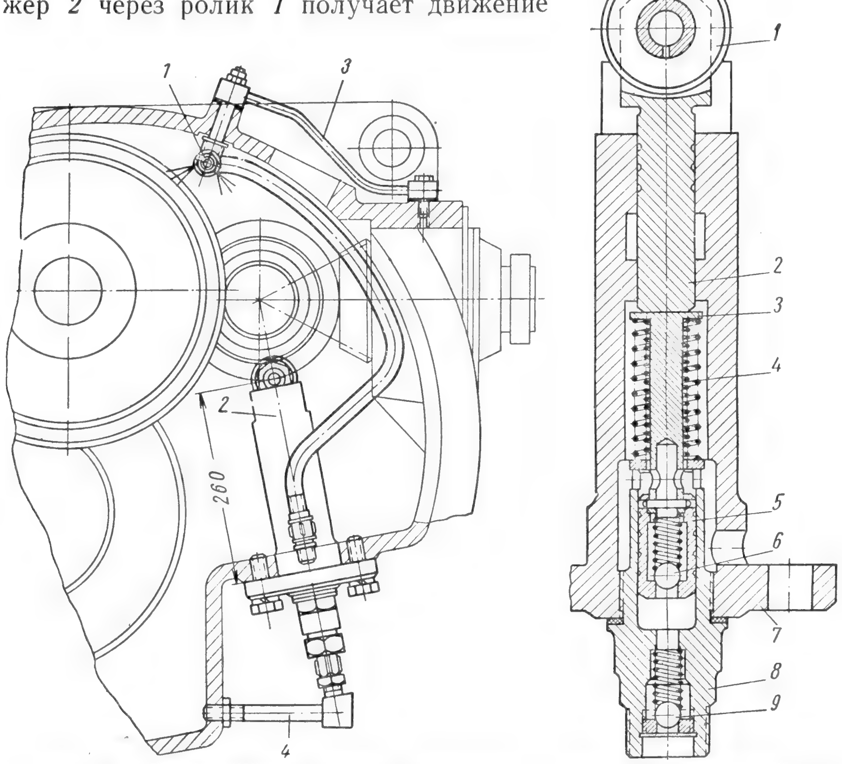


Рис. 55. Система смазки ходового редуктора

Рис. 56. Плунжерный насос ходового редуктора

вниз, перемещая толкатель 3 и плунжер 5; обратное движение плунжеров осуществляется за счет силы пружины 4. В верхнем положении плунжера 5 клапан 9 открывается и засасывается масло, в нижнем положении плунжера 5 клапан 9 закрыт, а открывается клапан 6, пропуская масло в полость корпуса 7. Из корпуса масло по маслопроводу поступает к точкам смазки.

Эластичная муфта (рис. 57), соединяющая электродвигатель с редуктором хода, имеет полумуфту 3, совмещенную с тормозным шкивом, которая посредством пальцев 1 через диски 2 из прорезиненной ткани скреплена с ведомой полумуфтой редуктора.

Конструкция тормоза хода (рис. 58) аналогична конструкции тормозов поворотного и напорного механизмов (см. рис. 23). Отличие имеется в каркасе *13*, который выполнен с пазом для удобства монтажных работ, и в конструкции рабочего цилиндра *5*, диаметр которого меньше, так как в качестве рабочей среды вместо сжатого воздуха используется жидкость с более высоким давлением.

Конструкция муфты переключения показана на рис. 59. Кулачковая полумуфта *1* закреплена на конце поперечного вала, а полумуфта *3*, имеющая аналогичный наружный профиль с полумуфтой *1*, закреплена на приводном валу гусеничного хода. Обойма *5* с внутренними кулачками имеет возможность перемещаться с помощью полухомутов *4* и соединять между собой полумуфты *1* и *3* или соединять полумуфту *3* с кулачковым диском *8*, который крепится к гусеничной раме посредством замка. В первом случае гусеничный ход получает

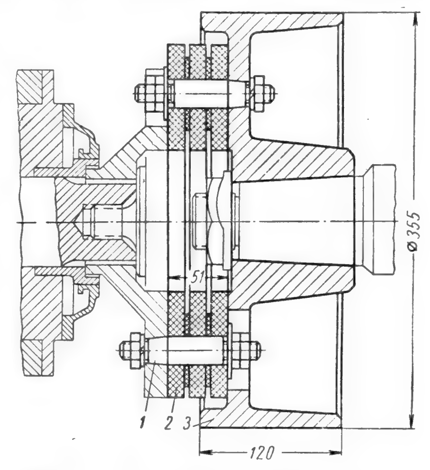


Рис. 57. Эластичная муфта ходового механизма

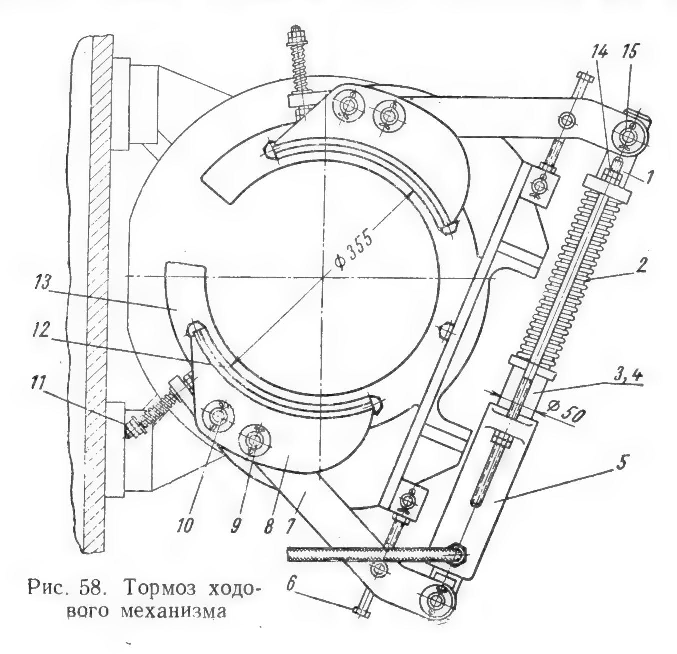


Рис. 58. Тормоз ходового механизма

движение от поперечного вала, во втором случае гусеничный ход стопорится. Кулачковый диск *8* скреплен с диском *2* болтами *7*. Шпильки *9* служат для направления полухомутов *4*. Муфта закрыта кожухом, установленным в пазах дисков *2* и *8*. Полухомуты *4* передвигаются механизмом переключения с приводом от гидросистемы.

Рис. 59. Муфта переключения гусениц экскаватора ЭКГ-4,6А

Уход за ходовым механизмом состоит в следующем: а) периодически проверяется работа тормоза и состояние тормозных обкладок; тормоз должен удерживать экскаватор на уклоне до 12°, износ тормозных обкладок более 50% их толщины не допускается; б) проверяется работа муфт переключения гусениц, а также работа плунжерного масляного насоса редуктора хода, который должен подавать масло в количестве около 3 *л/мин*; в) поддерживается необходимый уровень масла в редукторе хода и ванне цилиндрической зубчатой пары нижней рамы; производится смазка конической зубчатой передачи, подшипников качения, вкладышей согласно карте смазки.

Гусеничный ход

Гусеничный ход (рис. 60) имеет две отлитые из углеродистой стали гусеничные рамы *21*, прикрепленные к нижней раме замковым соединением и болтами *6*. В картерах гусеничных рам смонтирована бортовая зубчатая передача: шестерня *5*, сидящая на шлицах на валу *3*, и зубчатое колесо *1*. Боковой зазор передачи 0,34—0,88 *мм*, пятно контакта: 40% длины и 30% высоты зуба. Зубчатое колесо *1* установлено на шлицах на полуоси *2*. На конце этой полуоси, так же на шлицах, закреплено ведущее колесо *22*. Вал *3* и полуось *2* вращаются на латунных втулках *4*. В расточках гусеничных рам закреплены пальцами *11* опорные оси *12*, на которых на латунных втулках *16* вращаются опорные колеса *17*.

Натяжная ось *9* расположена в прямоугольных окнах гусеничных рам и имеет возможность перемещаться в горизонтальном направлении (при необходимости). Для регулировки натяжения гусеничных цепей служат прокладки *7*, которые удерживаются

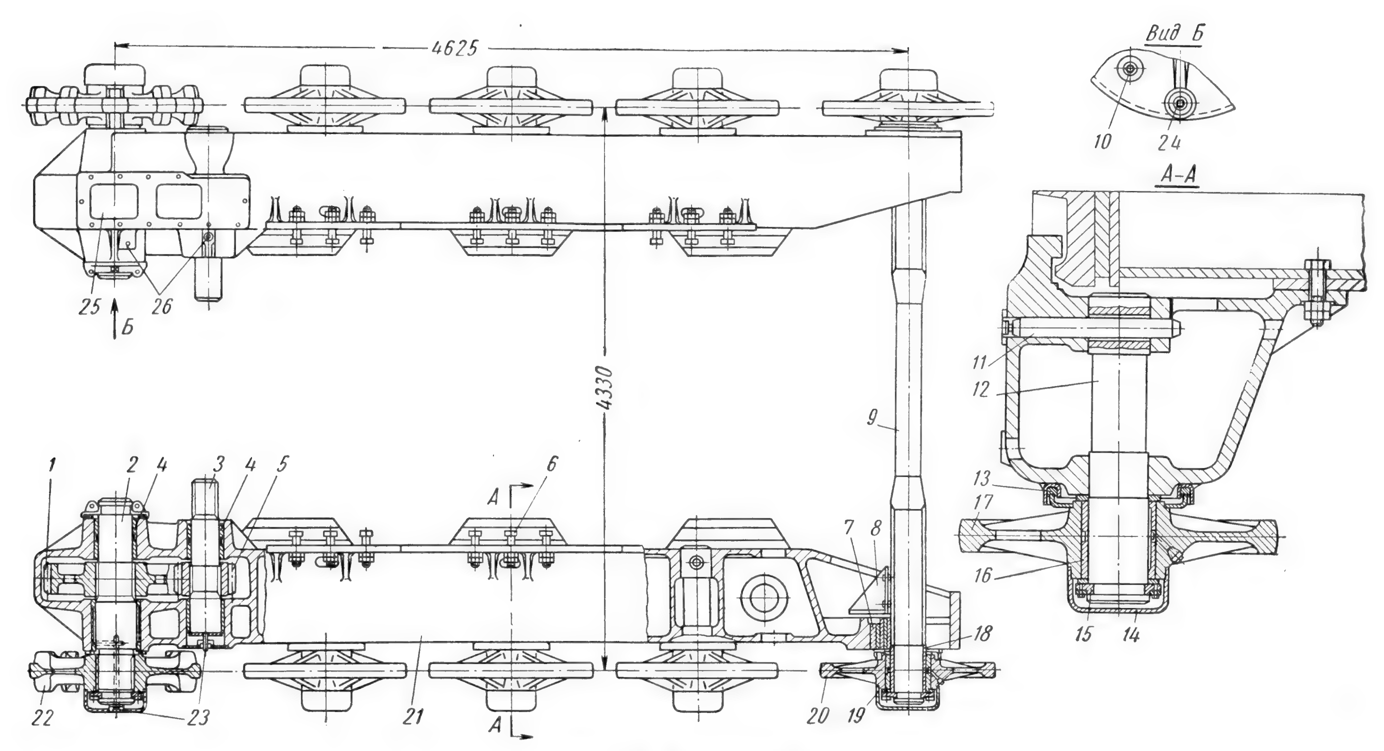


Рис. 60. Гусеничный ход

от выпадания кронштейном *8*. На концах натяжной оси *9* сидят стальные втулки *18*, на них опираются натяжные колеса *20* с запрессованными латунными втулками *19*. Опорные, натяжные и ведущие колеса закреплены на осях хомутами *15*. Все колеса гусеничного хода изготовлены из стали 35ХНЛ, а оси и валы — из стали 38ХГН и 34ХН1М. Втулки колес защищены колпаками *14* и уплотнением *13* от попадания пыли и грязи.

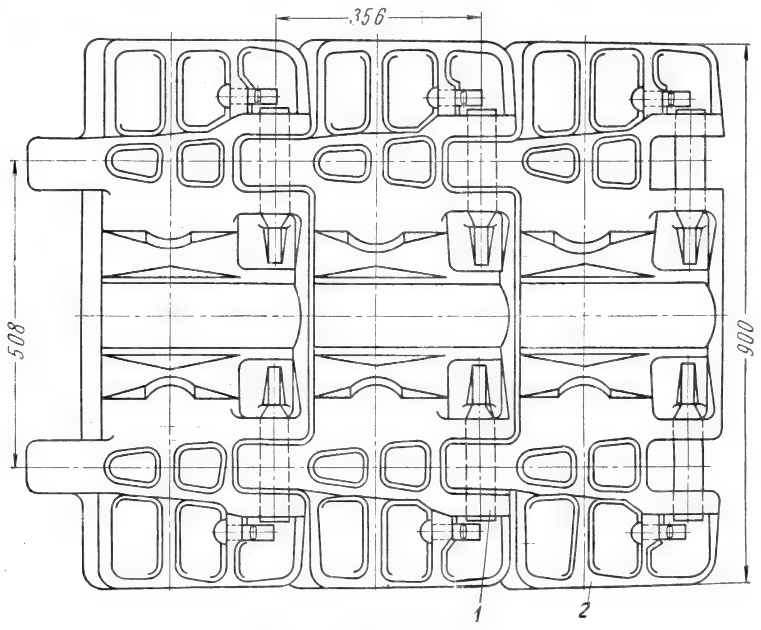


Рис. 61. Гусеничная цепь

Смазка подшипников скольжения гусеничного хода консистентная, подается через масленки *23* и *26*, установленные на ступицах гусеничных рам, колес, а также торцах валов. Смазка зубчатых передач — жидкая, путем окунания. Масло заливается через съемную крышку *25*. Для контроля за уровнем масла и для слива предусмотрены пробки *10* и *24*.

На ведущие, опорные и натяжные колеса надеваются гусеничные цепи (рис. 61), состоящие из 36 отлитых из высокомарганцовистой стали Г13Л звеньев *2*, которые соединяются между собой пальцами *1*.

При уходе за гусеничным ходом необходимо следить: а) за состоянием замкового и болтового соединения гусеничных рам с нижней рамой; б) за состоянием ободьев натяжных и опорных колес; между ведущими гребнями гусеничных звеньев и ободом должен быть зазор 2—3 *мм*; при меньшем зазоре необходимо

удалить наплывы на ободе; в) за состоянием кулачков ведущих колес; при износе кулачков более 8 *мм* следует производить их наварку; г) за натяжением гусеничных цепей; верхняя ветвь цепи должна лежать на всех опорных колесах без провисания между ними. При уходе производится смазка зубчатых передач, а также втулок валов и колес в соответствии с рекомендациями карты смазки.

Роликовый круг

Конструкция роликового круга показана на рис. 62. Нижний рельс *6* установлен в кольцевой канавке зубчатого венца, а верхний рельс *1* — в кольцевой канавке поворотной платформы; рельсы закреплены электросваркой. Рельсы изготовлены из термически обработанной стали 35Х, а ролики — из стали 38ХГН. Всего между рельсами расположено 36 роликов *2*, вращающихся на осях *7*. Они прикреплены с помощью болтов *8* к обоймам *4*. Смазка осей производится через масленки *3* консистентной смазкой. Предохранять обоймы от истирания — назначение шайб *5*, установленных в шахматном порядке с обеих сторон.

Уход за роликовым кругом заключается в периодической смазке осей роликов и рельсов согласно карте смазки, проверке швов крепления рельсов, крепления осей, а также в проверке состояния рельсов, роликов и осей.

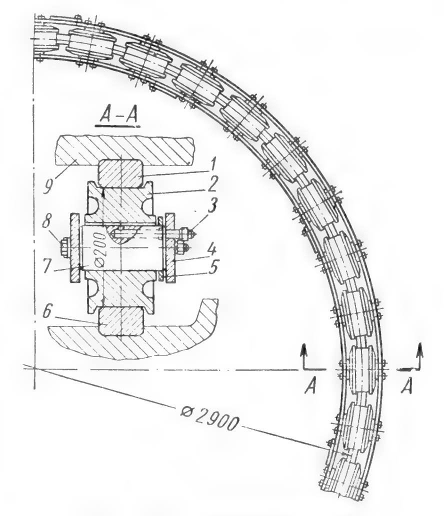


Рис. 62. Роликовый круг

Гидравлическая система

При помощи гидравлической системы производится управление тормозом механизма хода и механизмами переключения левой и правой гусеницы экскаватора. Принципиальная схема гидросистемы приведена на рис. 63. Шестеренчатый насос *2*, приводимый в движение электродвигателем *3*, засасывает масло из бака *8* и подает его через разгрузочный клапан *6* по трубопроводам к цилиндру *9* тормоза хода, через электромагнитные золотники *1* и *4* — к цилиндрам *5* и *7* механизмов переключения гусениц.

При поступлении масла к цилиндру тормоза хода он растормаживается (торможение производится за счет силы сжатой пружины тормоза, при отсутствии давления в гидросистеме). С по-

мощью электромагнитных золотников масло подается к тому или иному цилиндру механизма переключения для включения или отключения гусениц. Разгрузочный клапан при повышении давления в системе через сливное отверстие сбрасывает масло в бак. Необходимое давление в системе устанавливается регулированием пружины разгрузочного клапана. В бак гидросистемы заливается 20 *л* приборного масла МВП (ГОСТ 1805—51) или веретенного масла АУ (ГОСТ 1642—50); может также быть залито трансформаторное масло (ГОСТ 982—56).

Техническая характеристика гидросистемы

Тип насоса	Г11-22
Производительность насоса в *л/мин* . . .	18
Рабочее давление в *кГ/см²*	16
Испытательное давление в *кГ/см²*	24
Тип приводного электродвигателя	АОС-32/4
Число оборотов вала двигателя в минуту	1260
Мощность электродвигателя в *квт*	1,0

Расположение узлов и деталей гидросистемы изображено на рис. 64. Бак *6* гидросистемы установлен в нижней раме; масло в бак заливается через горловину *3* с пробкой *19*. Внутри нижней рамы также установлены два цилиндра *5* механизмов переключения *21* муфт гусеничного хода. Снаружи нижней рамы располагаются шестеренчатый насос *18*, соединенный посредством муфты *17* с приводным электродвигателем *16*, а также два электромагнитных золотника *20*. Масло засасывается из бака *6* шестеренчатым насосом *18* через трубопровод *1* и нагнетается в магистраль через редукционный клапан *2*. Слив масла в бак происходит по трубопроводу *4*. Подача масла к цилиндру тормоза хода производится по трубопроводу *14*.

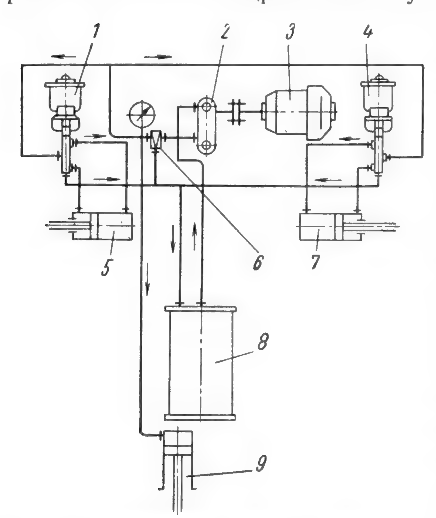


Рис. 63. Принципиальная схема гидравлической системы экскаватора ЭКГ-4,6А

Соединение трубопроводов между собой осуществляется посредством соединительных гаек *13*, *22* и *23*. Редукционный клапан *2* состоит из корпуса *12*, шарика *7*, пружины *8*, винта *10*, гайки *9* и колпачка *11*. Регулировка давления в рабочей магистрали производится винтом *10*. Снаружи гидросистема закрыта кожухом *15*.

Устройство цилиндра механизма переключения гусениц изображено на рис. 65. Внутри корпуса *1* на штоке *5* установлены

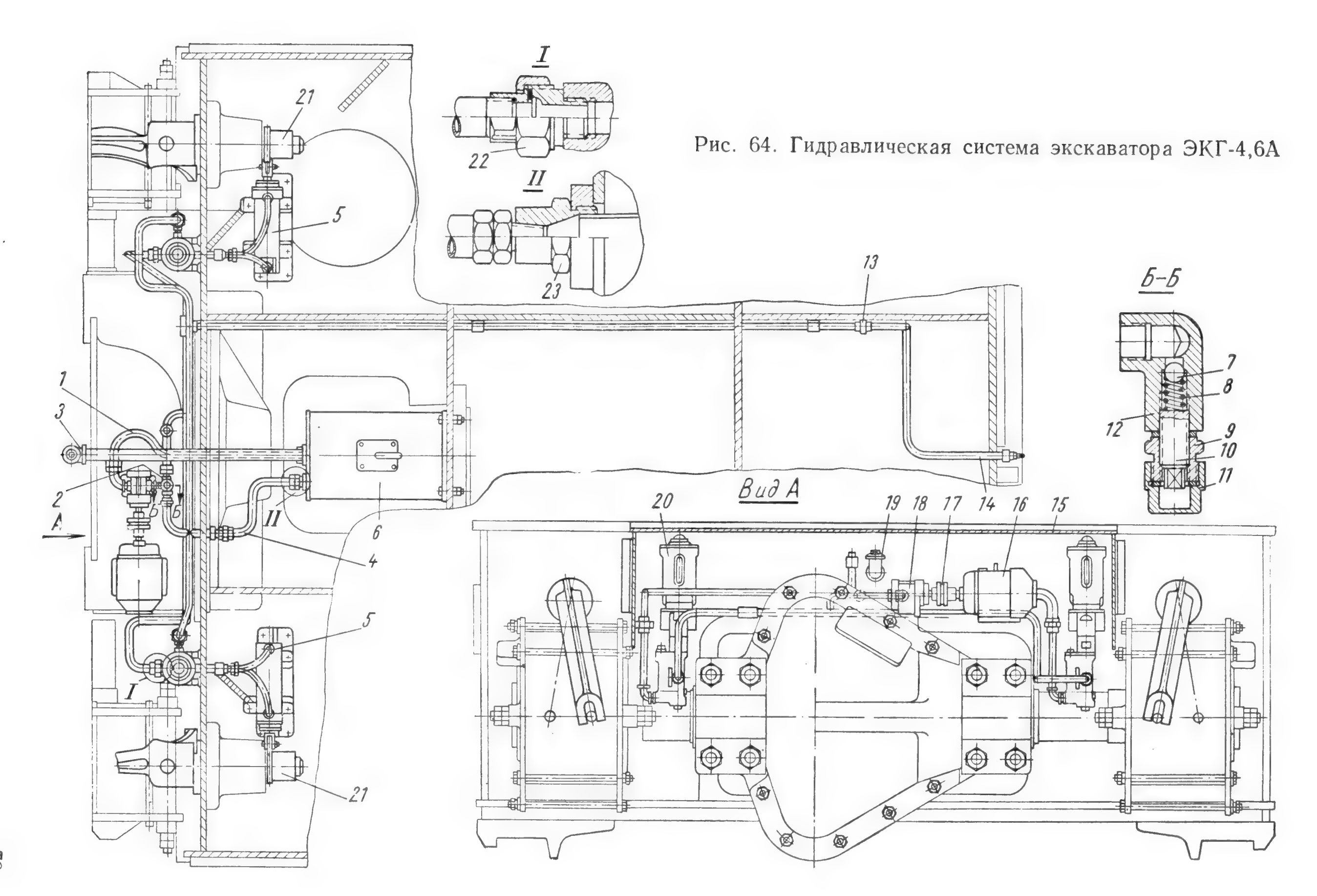


Рис. 64. Гидравлическая система экскаватора ЭКГ-4,6А

два поршня *2* и *4* с уплотняющими манжетами *3*. Цилиндр с одной стороны закрыт крышкой *6*. Шток уплотнен манжетой *7*. Для подачи жидкости в цилиндр имеется два отверстия. При поступлении жидкости в цилиндр поршень со штоком перемещаются, приводя в движение механизм переключения гусениц.

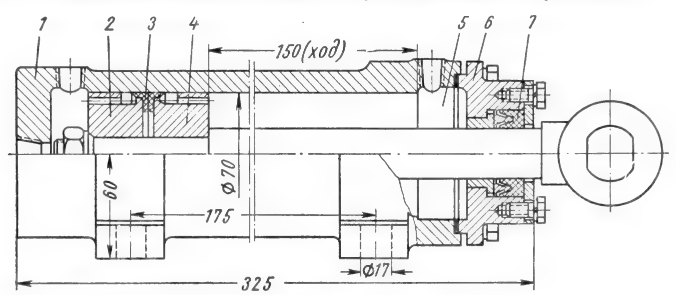


Рис. 65. Гидравлический цилиндр механизма переключения гусениц

Муфта (рис. 66), соединяющая электродвигатель с шестеренчатым насосом, имеет две полумуфты *1* и *4*, сухарь *2* и пальцы *3*.

Конструкция электромагнитного золотника показана на рис. 67. Золотник состоит из литого корпуса *9*, соединенного втулкой *8* с кронштейном *13*, на котором установлен электромагнит *1* типа КМП-2. Якорь *2* электромагнита соединен через тягу с золотником *10*. Снизу и сверху корпус заглушен пробками *11* и *12*. Отверстие *а* соединено с напорной магистралью, отверстия *б* и *в* — с цилиндром и отверстие *г* — со сливным трубопроводом.

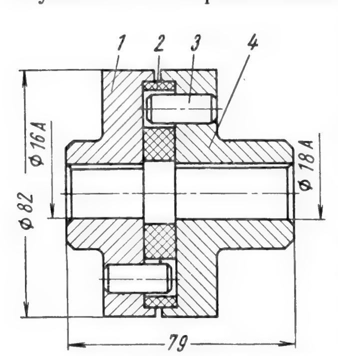


Рис. 66. Соединительная муфта масляного насоса

При обесточенном электромагните, как изображено на рисунке, золотник *10* под действием собственного веса и пружины *14* находится в нижнем положении. В этом положении отверстие *а* соединено с отверстием *в* и отверстие *б* — с отверстием *г*, жидкость давит на поршень цилиндра муфт переключения гусениц со стороны штока и обойма соединяет обе полумуфты, — гусеницы включены.

При включении электромагнита якорь *2* втягивается, поднимая золотник *10*, отверстие *а* соединяется с отверстием *б* и отверстие *в* — с отверстием *г*, жидкость давит на поршень с обратной стороны, обойма перемещается в сторону гусеничной рамы и полумуфты разъединяются между собой. Полумуфта, сидящая на валу бортовой передачи, соединяется через обойму с кулачковым диском. Гусеницы стопорятся.

Во втулке *8* электромагнитного золотника установлен уплотняющий сальник, состоящий из манжеты *5*, манжетодержателя *6*, кольца *4* и стакана *7*, застопоренного винтом *3*.

Уход за гидросистемой состоит в следующем. Необходимо систематически контролировать давление в системе и по надоб-

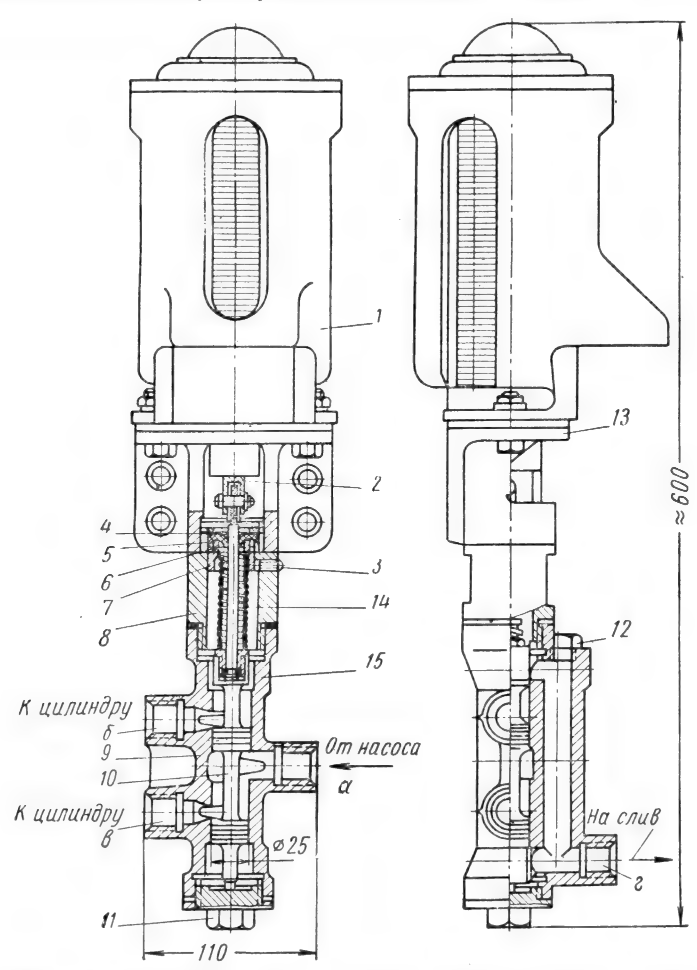


Рис. 67. Электромагнитный золотник гидравлической системы

ности производить регулировку. Следить за плотностью трубопроводов и не допускать утечки масла, а также подсоса воздуха. Проверять действие электромагнитных золотников: золотник должен свободно перемещаться в корпусе, допустимый зазор между золотниками и корпусом должен быть не более 0,05 *мм*. Своевременно менять масло в гидросистеме (не реже одного раза

в 6 месяцев). При этом применять только рекомендованные сорта масел. Постоянно следить за чистотой деталей и узлов гидросистемы. Очищать фильтр в баке (не реже раза в месяц).

Для обеспечения надежной работы гидросистемы в земнее время рекомендуется включать гидросистему через каждый час на 10—12 *мин*.

Привод хода экскаватора ЭКГ-4,6Б

На экскаваторе ЭКГ-4,6Б применено одностороннее расположение привода хода. Кинематическая схема механизма хода экскаватора приведена на рис. 68. Электродвигатель *1* через редуктор, состоящий из трех пар зубчатых передач *4* и *14*, *5* и *6*, *7* и *8*, а также через зубчатые пары *9* и *11* бортовых редукторов приводит в движение ведущие колеса *10*, которые связаны с гусеничными цепями. Вал электродвигателя соединен с валом редуктора при помощи эластичной муфты *3*, обод которой является одновременно тормозным шкивом колодочного тормоза *2*. Зубчатая муфта *13* соединяет выходной вал редуктора с валом-вставкой, а две кулачковые муфты *12* соединяют концы валов редуктора с валами бортовых передач *9* и *11*. Характеристика зубчатых передач приведена в табл. 7.

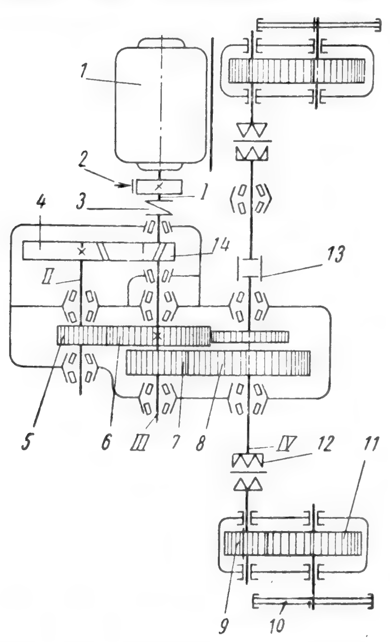


Рис. 68. Кинематическая схема привода хода экскаватора ЭКГ-4,6Б

На рис. 69 изображена ходовая тележка экскаватора ЭКГ-4,6Б. Ходовой механизм, включающий электродвигатель *2*, трехступенчатый редуктор *1*, тормоз *4* и кулачковые муфты *5*, размещен на задней стенке нижней рамы. Гидросистема *3* управления тормозом хода и кулачковыми муфтами для включения гусениц расположена на передней стенке нижней рамы. Конструкция тормоза такая же, как на экскаваторе ЭКГ-4,6А.

Редуктор механизма хода показан на рис. 70 и 71. В стальном корпусе, состоящем из правой *11* и левой *9* частей, скрепленных между собой болтами, расположены три пары зубчатых передач. Первая пара — вал-шестерня *17* и зубчатое колесо *14* — выполнена косозубой и находится в отдельной ванне, закрытой крышкой *13*. Вал-шестерня *17* установлена на конических подшипниках *16* (осевой зазор в подшипниках равен 0,07—0,18 *мм*).

Таблица 7

Характеристика зубчатых передач ходового редуктора

Передачи	Обозначение (рис. 68)	Число зубьев	Модуль в *мм*	Диаметр делительной окружности в *мм*	Длина зуба в *мм*	Коэффициент коррекции	Угол наклона зуба	Марка стали	Твердость зубьев [1]
От вала *I* (электродвигателя)	*14*	13	6	79,57	120	+0,5	11°24′12″	12ХН3А	$\frac{\geqslant 54}{248—302}$
к валу *II*	*4*	103	6	630,43	118	—0,5	11°24′12″	35ХНЛ	$\frac{—}{217—269}$
От вала *II*	*5*	11	10	110	195	+0,525	—	20Х2Н4А	$\frac{\geqslant 54}{196—269}$
к валу *III*	*6*	59	10	590	160	0	—	38ХГН	$\frac{\geqslant 40}{207—249}$
От вала *III*	*7*	10	20	200	240	+0,536	—	34ХН1М	$\frac{\geqslant 40}{255—302}$
к валу *IV*	*8*	39	20	780	220	0	—	34ХН1М	$\frac{\geqslant 40}{241—286}$

[1] В числителе — твердость *HRC* (по Роквеллу по шкале С) поверхности зуба, в знаменателе — твердость *HB* (по Бринеллю) сердцевины зуба.

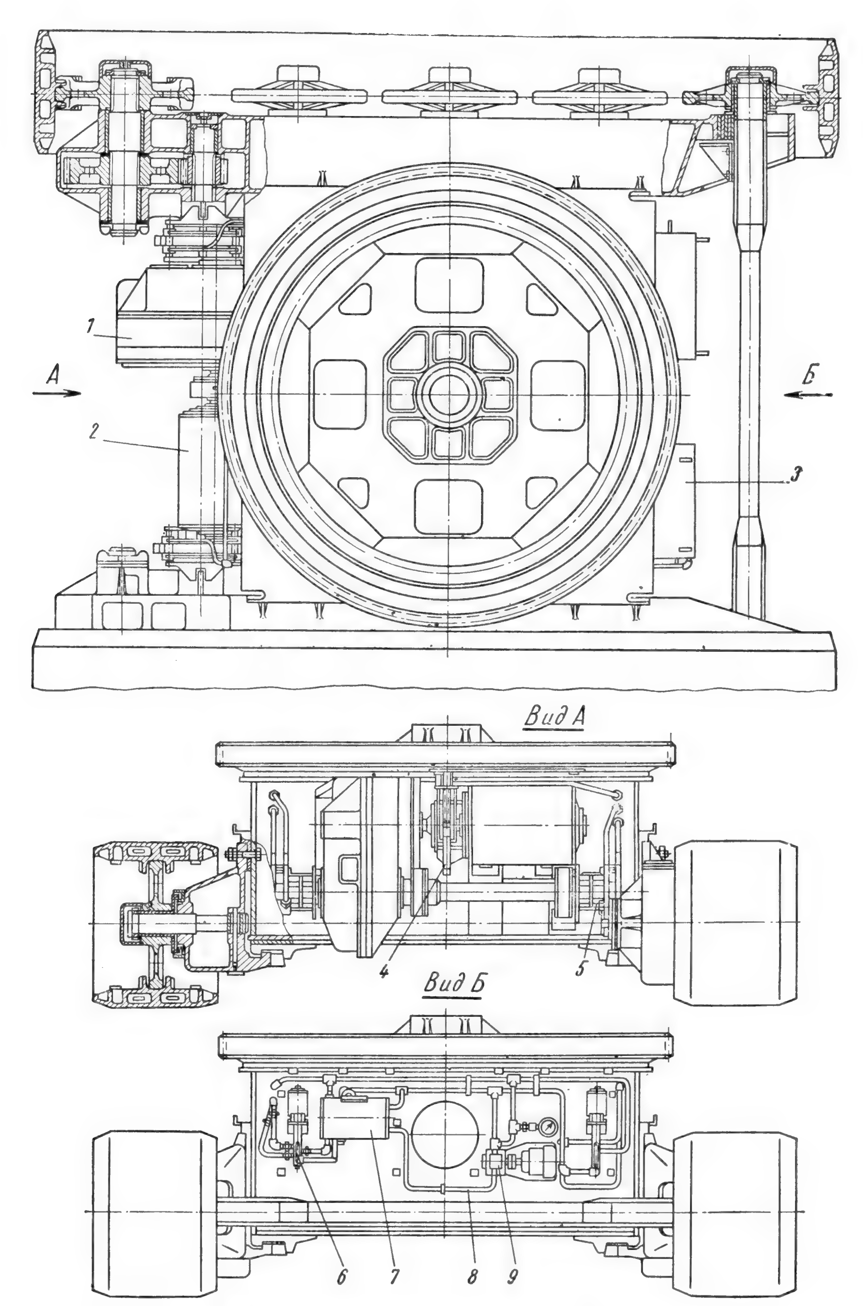


Рис. 69. Ходовая тележка экскаватора ЭКГ-4,6Б

Рис. 70. Редуктор хода экскаватора ЭКГ-4,6Б

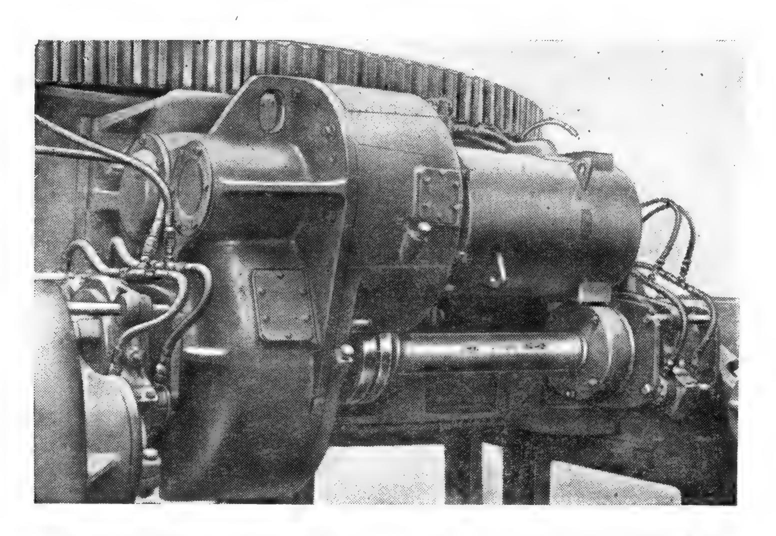


Рис. 71. Общий вид ходового механизма экскаватора ЭКГ-4,6Б

Зубчатое колесо *14* напрессовано на конец вал-шестерни *1*, установленной на сферических двухрядных роликоподшипниках *2* и находящейся в зацеплении с зубчатым колесом *3* (вторая передаточная пара). Последнее сидит на конце вал-шестерни *4* третьей передаточной пары и опирается своей ступицей на сферический двухрядный роликоподшипник *15*. Второй конец вал-шестерни *4* опирается также на сферический двухрядный подшипник *5*, но с коническим отверстием. Вал-шестерня *4* находится в зацеплении с зубчатым колесом *10*, установленным на шлицах вала *7*, вра-

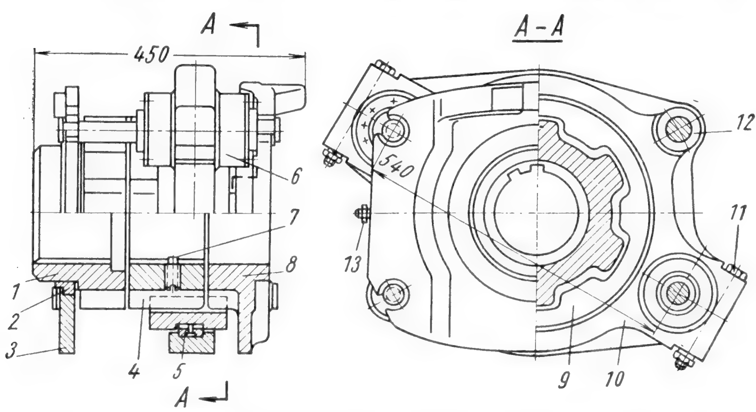


Рис. 72. Муфта переключения гусениц экскаватора ЭКГ-4,6Б

щающегося на сферических двухрядных роликоподшипниках *6*. На этом же валу вращается на втулке зубчатое колесо *12*, смазывающее вторую передаточную пару.

На одном конце вала *7* сидит кулачковая полумуфта *8* для соединения с левой бортовой передачей, на другом конце — зубчатая муфта *19*, соединенная с валом-вставкой *20*. Последний опирается на сферический двухрядный роликоподшипник *22*, установленный в отдельном корпусе *21*. На втором конце вала-вставки сидит кулачковая полумуфта *24* для соединения с правой бортовой передачей.

Смазка передач и подшипников редуктора — жидкая. В корпус редуктора и ванну *1* передачи заливается 15 *л* масла. Контроль за уровнем масла осуществляется по маслоуказателям. Смазка подшипника *22* вал-вставки — консистентная, подается через масленку *23*.

Редуктор соединяется с электродвигателем посредством эластичной муфты *18*, по конструкции аналогичной муфте редуктора хода экскаватора ЭКГ-4,6А.

Зубчатые передачи прирабатываются между собой: пятно контакта первой передаточной пары составляет 45% высоты зуба и 60% ширины зуба, пятно контакта второй и третьей передаточ-

ных пар 40% и 50% соответственно высоты и ширины зуба. Боковой зазор первой и второй передаточных пар равен 0,26—0,66 *мм* и третьей передаточной пары 0,26—0,74 *мм*.

Муфта переключения (рис. 72) состоит из ведущей кулачковой полумуфты *1* и ведомой кулачковой полумуфты *4*, которая устанавливается на валу бортовой передачи и стопорится винтом *7*. Полумуфты снаружи имеют по шесть кулачков, которые охватываются обоймой *9*, имеющей на внутренней поверхности впадины, соответствующие профилю кулачков полумуфт. Обойма *9* соединена с двумя гидроцилиндрами *6* двойного действия посредством двух полухомутов *10* и сухарей *5*. Полухомуты соединены бол-

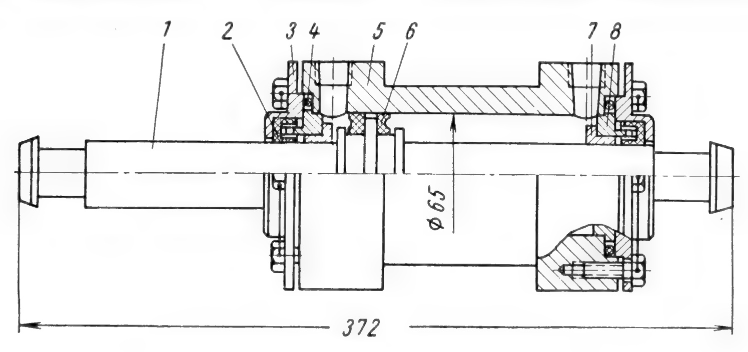


Рис. 73. Гидравлический цилиндр

тами *11*. Штоки гидроцилиндров закреплены в пазах кулачкового диска *8* и диска *3*, сидящего на втулке *2*. Кулачковый диск *8* пазом соединен с выступом гусеничной рамы. Между собой диски *8* и *3* скреплены направляющими *12*. Смазка сухаря *5* производится через масленку *13*.

Гидроцилиндр двойного действия, изображенный на рис. 73, предназначен для передвижения обоймы кулачковой муфты. Внутри цилиндра *5* помещен шток *1* с поршнем на средней части, на котором надеты две уплотняющие манжеты *6*. Цилиндр с обеих сторон закрыт сквозными крышками *3* с уплотнением воротниками *2* и резиновыми кольцами *4*. Две втулки *7*, установленные в кольцах *8* с торцов цилиндров, служат для направления последних при движении. На концах цилиндра предусмотрено два отверстия для подсоединения к гидросистеме.

Из гидросистемы жидкость подается одновременно с одной стороны к двум цилиндрам каждой муфты; при этом цилиндры перемещаются и передвигают обойму кулачковой муфты. При перемещении вправо обойма *9* (рис. 72) соединяет полумуфту *1* с кулачковым диском *8* и стопорит бортовую передачу. При перемещении влево обойма *9* соединяет обе полумуфты *1* и *4*, что позволяет передать движение от ходового редуктора бортовой передаче.

Муфты имеют правое и левое исполнение для возможности соединения с правой и левой бортовыми передачами.

Гидравлическая система экскаватора ЭКГ-4,6Б имеет то же назначение и такой же принцип действия, что на экскаваторе ЭКГ-4,6А. Принципиальная схема гидросистемы дана на рис. 74.

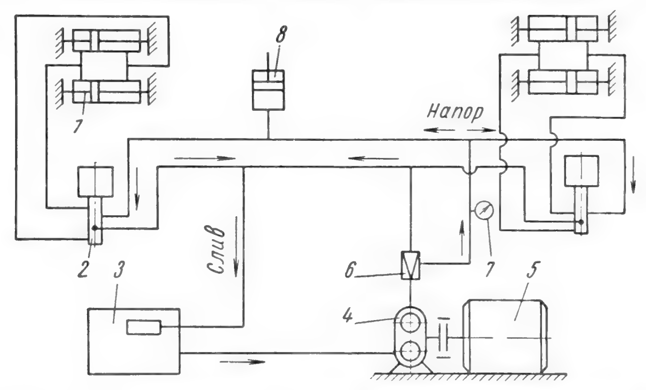


Рис. 74. Принципиальная схема гидравлической системы экскаватора ЭКГ-4,6Б

Для включения или выключения кулачковых муфт и для размыкания тормоза ходового механизма к гидроцилиндрам муфт и тормоза подается под давлением рабочая жидкость. Шестеренчатый насос *4*, который приводится в движение электродвигате-

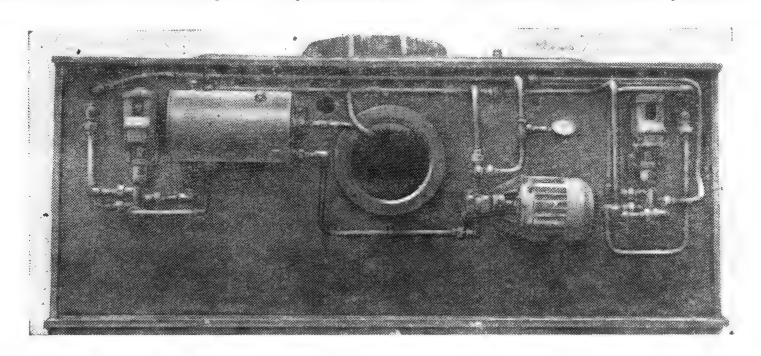


Рис. 75. Общий вид гидравлической системы экскаватора ЭКГ-4,6Б

лем *5*, подает жидкость из бака *3* через редукционный клапан *6* в нагнетательную магистраль, откуда она поступает к цилиндру *8* тормоза механизма хода и через электромагнитные золотники *2* к цилиндрам *1* кулачковых муфт. Контроль давления в гидросистеме производится по манометру *7*. Конструкция электромагнитного золотника аналогична применяемому на экскаваторе ЭКГ-4,6А.

Расположение узлов гидросистемы показано на рис. 69 и 75. Шестеренчатый насос *9* (рис. 69) установлен на одном постаменте с электродвигателем. Масляный бак *7* вынесен наружу и прикреплен на боковой стенке нижней рамы; рядом установлены электромагнитные золотники *6*. Трубопровод *8*, соединяющий аппараты гидросистемы, выполнен из стальных труб диаметром 28 *мм* и проходит через нижнюю раму к цилиндрам кулачковых муфт и тормоза, где подсоединяется гибкими шлангами.

В качестве рабочей жидкости используются те же масла, что и на экскаваторе ЭКГ-4,6А.

Техническая характеристика гидросистемы

Тип насосной установки	БГ-11-22
Производительность насоса в *л/мин*	18
Рабочее давление в $кГ/см^2$	16
Испытательное давление в $кГ/см^2$	24
Тип приводного электродвигателя	АОЛ 41-4
Число оборотов вала двигателя в минуту	1420
Мощность электродвигателя в *квт*	1,7
Тип электромагнита золотника	КМП-2
Емкость бака в *л*	36

Уход за узлами привода хода и гидросистемой экскаватора ЭКГ-4,6Б аналогичен уходу за соответствующими узлами ходового механизма экскаватора ЭКГ-4,6А. Периодичность смазки узлов и применяемые сорта масел должны соответствовать карте смазки.

Глава II

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ЭКСКАВАТОРА

В процессе эксплуатации экскаватора происходит износ его деталей, ослабление креплений и нарушение регулировки механизмов. Для поддержания экскаватора в работоспособном состоянии проводится техническое обслуживание, которое является частью системы планово-предупредительного ремонта (ППР) и включает следующие профилактические работы: уборку, уход, осмотр и проверку состояния узлов, подтягивание креплений, ремонт и замену отдельных деталей, регулирование и смазку механизмов.

НАРУЖНЫЙ УХОД

Для возможности эффективного осмотра и своевременного обнаружения неисправностей, которые могут быть во время эксплуатации, необходимо систематически очищать от грязи, лишней смазки и влаги все узлы экскаватора. Чтобы не повредить окраску деталей, грязь следует удалять деревянным инструментом. При обнаружении нарушенной окраски необходимо очистить поврежденные места от ржавчины и произвести подкраску соответствующей краской из комплекта, прилагаемого к каждому экскаватору, или подобрать краску согласно табл. 8. В случае отсутствия необходимой краски временно можно использовать любую масляную краску. Открытые неокрашенные поверхности механически обработанных деталей после удаления грязи рекомендуется протереть концами, слегка смоченными нейтральным маслом или дизельным топливом.

В кабине машиниста необходимо периодически промывать стекла и протирать приборы и аппараты управления.

Инструменты и приспособления после пользования должны быть очищены от масла и грязи и храниться в специальном навесном шкафу в кузове экскаватора.

Таблица 8

Лакокрасочные материалы для окраски узлов экскаватора

Материалы	ГОСТ	Назначение
Масляные краски цветные для наружных работ	8292—57	Окраска всех узлов экскаватора (кроме масляных ванн)
Масляные краски серо голубые и серодикие	1031—53	То же
Белила цинковые густотертые	482—41	Окраска марки машины, завода-изготовителя
Масляная краска черная густотертая	6586—53	Окраска гусеничных звеньев, зубьев ковша
Эмаль ПФ-115	6485—63	Окраска всех узлов экскаватора
» ПФ-133	926—63	То же
» НКО-21	6631—53	Окраска масляных ванн, зубчатых колес
Лак № 177	5631—51	Окраска гусеничных звеньев, зубьев ковша

КРЕПЕЖНЫЙ ОСМОТР

Крепежный (ремонтный) осмотр является составной частью технического обслуживания и выполняется ежесменно и периодически — один раз в неделю и один раз в месяц.

Ежесменный осмотр

Ежесменный осмотр осуществляется машинистом между сменами — при приеме и сдаче экскаватора, а также в течение смены — в период простоев. При осмотре необходимо:

произвести внешний осмотр экскаватора и проверить состояние ковша, рукояти, стрелы, двуноги, платформы и ходовой тележки;

проверить отсутствие течи масляных ванн механизмов;

произвести необходимую смазку механизмов в соответствии с картами смазки;

проверить надежность зажатия тормоза стреловой лебедки;

слить конденсат из воздухосборника и отстой из маслоотделителя пневмосистемы;

проверить работу компрессора, а также реле давления (в зимнее время перед началом работы холодный компрессор следует подогреть электрическим нагревателем);

проверить наличие ограждений и защитных кожухов на механизмах;

проверить действие механизмов подъемной лебедки, напора, поворота и хода, а также действие их тормозов.

Все обнаруженные неисправности устранить.

Еженедельный осмотр

При еженедельном осмотре проверяют:

а) По рабочему оборудованию:

состояние стенок ковша и их сварного соединения;

состояние зубьев ковша и их крепление;

шплинтовку валиков для крепления ковша к рукояти и коромыслу;

состояние днища ковша и его механизма открывания и торможения;

состояние балок рукояти и их крепление;

крепление задних упоров рукояти;

состояние зубчатых передач напорного механизма;

крепление электродвигателя механизма напора и моторной шестерни;

исправность и действие тормоза и муфты предельного момента;

крепление осей и щек полиспаста подвески стрелы;

крепление вентилятора;

состояние и крепление механизма открывания ковша;

шплинтовку валиков крепления боковых тяг и пят стрелы к платформе;

прилегание пят стрелы к гнездам передней балки; при необходимости произвести натяжку боковых тяг стрелы;

состояние крепления двуногой стойки;

состояние крепления осей блоков на двуногой стойке;

состояние каната для подвески стрелы и его заделку.

Производят смазку узлов и деталей согласно карте смазки.

б) По механизмам на поворотной платформе:

состояние зубчатых передач подъемной лебедки и поворотных редукторов;

крепление моторных шестерен поворотных редукторов;

состояние и действие тормозов подъемной лебедки и поворотных механизмов;

крепление двигателей подъемной лебедки, поворотных механизмов и преобразовательного агрегата;

крепление стоек и редуктора, а также крышек подшипников подъемной лебедки, поворотных механизмов и стреловой лебедки, если требуется, произвести подтяжку;

осевой зазор в центральной цапфе; при необходимости отрегулировать его;

действие пневматической аппаратуры и герметичность пневмосистемы; при необходимости отрегулировать пневмоаппаратуру и устранить утечки сжатого воздуха.

Производят смазочные операции согласно карте смазки.

в) По механизмам ходовой тележки:

состояние зубчатых передач ходового и гусеничного механизмов;

состояние и действие тормоза ходового механизма;

крепление двигателя и редуктора хода;

состояние и действие муфт переключения гусениц;

крепление гусеничных рам болтами и клиньями; при необходимости подтянуть гайки;

крепление опорных, натяжных и ведущих колес; состояние роликового круга;

крепление зубчатого венца; в случае необходимости произвести подтяжку;

герметичность гидросистемы.

Выполняют все смазочные работы в соответствии с картой смазки.

Ежемесячный осмотр

Ежемесячный осмотр проводится обслуживающим персоналом с привлечением ремонтных рабочих. В объем этого осмотра входят все работы еженедельного осмотра, а также работы по устранению неисправностей заменой или восстановлением деталей. Производится дополнение и замена смазки в узлах. Дополнительно к объему работ еженедельного осмотра при ежемесячном осмотре необходимо:

а) По рабочему оборудованию:

подвергнуть тщательному осмотру металлоконструкции рукояти, стрелы, а также двуногой стойки; обнаруженные трещины исправить заваркой;

произвести ремонт или замену зубьев ковша, деталей днища; при необходимости отрегулировать механизм открывания днища ковша, заменить канат механизма открывания ковша;

отрегулировать зазоры между балками и ползунами седловых подшипников;

заменить изношенные тормозные обкладки тормоза и муфты предельного момента;

произвести регулирование тормоза и муфты предельного момента;

сменить разрушенные деревянные предохранительные брусья стрелы и отремонтировать металлическую облицовку брусьев;

перепасовать канат полиспаста подвески стрелы.

б) По механизмам на поворотной платформе:

тщательно проверить поворотную раму, особенно в местах приварки ступиц поворотных редукторов и центрального кронштейна; все замеченные дефекты устранить;

проверить крепление противовеса и площадок, а также кабины и кузова к поворотной раме; при необходимости произвести подтяжку гаек и болтов;

заменить изношенные тормозные обкладки тормозов подъемной лебедки и поворотных редукторов и отрегулировать тормоза;

перепасовать подъемный канат (при значительном износе сменить);

подтянуть крепление шестерни с барабаном; проверить состояние тормоза стреловой лебедки;

проверить состояние стопорных планок и креплений центральной цапфы и гайки на поворотной платформе и в нижней раме;

проверить состояние установок вентиляторов двигателей подъемной лебедки и поворотных механизмов;

очистить воздушный фильтр компрессора и промыть маслоотделитель.

в) По ходовой тележке:

проверить состояние нижней рамы; обнаруженные трещины заварить;

заменить изношенные тормозные обкладки тормоза хода и произвести его регулирование;

проверить состояние опорных, натяжных и ведущих колес; при необходимости произвести устранение обнаруженных дефектов;

проверить состояние и натяжение гусеничных цепей; если требуется, произвести регулирование;

проверить зацепление конической передачи ходового механизма (на экскаваторе ЭКГ-4,6А); при необходимости отрегулировать боковой зазор передачи;

очистить фильтр и бачок гидросистемы от загрязнения (при необходимости).

При ежемесячном осмотре (ремонте) необходимо устранять и все другие встретившиеся неисправности. После окончания осмотра и устранения неисправностей узлы экскаватора проверяют на ходу и производят окончательную наладку на рабочем режиме.

РЕГУЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ И СИСТЕМ

Регулирование гидросистемы

Давление в гидросистеме при работающем шестеренчатом насосе должно быть не менее 16 *кГ/см²*. Давление контролируется посредством манометра, ввертываемого вместо пробки в нагнетательном трубопроводе.

Регулирование давления в гидросистеме производится изменением силы сжатия пружины *8* (см. рис. 64) редукционного клапана *2* за счет вращения винта *10*. Если должное давление в гидросистеме не достигается регулированием редукционного клапана, следует проверить уровень масла в бачке и при необходимости долить; проверить, нет ли течи в трубопроводах. Давление также может не повышаться при засасывании воздуха через неплотности во всасывающем трубопроводе и неисправности шестеренчатого насоса.

Неисправности гидросистемы и способы их устранения приведены в табл. 9.

Таблица 9

Неисправности гидросистемы

Неисправности	Возможные причины	Способы устранения
Золотник «зависает» в верхнем положении и не опускается после выключения магнита	Ослабление пружины золотника.	Заменить пружину.
	Перекос золотника.	Выверить установку магнита.
	Засорение золотника	Золотник разобрать и прочистить
Выброс жидкости из верхней части золотника	Износ манжет	Заменить манжеты
Электромагнит не поднимает якорь и золотник	Неисправность электромагнита (обрыв проводов катушки).	Проверить катушку и при необходимости заменить.
	Перекос золотника	Выверить установку магнита
Недостаточное давление в нагнетательном трубопроводе (не производится переключение гусениц и оттормаживание тормоза хода)	Износ шестеренчатого насоса.	Отремонтировать или заменить насос.
	Засорение системы.	Разобрать и прочистить трубопроводы.
	Неотрегулированность редукционного клапана.	Отрегулировать редукционный клапан.
	Наличие воздуха в системе.	Подтянуть соединения на всасывающем трубопроводе.
	Износ манжет в цилиндрах	Заменить манжеты

Регулирование пневмосистемы

Для нормальной работы тормозов механизмов давление сжатого воздуха в пневмосистеме должно быть в пределах от 5 до 7 *кГ/см*². Это достигается регулированием реле давления. Реле типа АК-11 регулируют так, чтобы при достижении давления в пневмосистеме 7 *кГ/см*² компрессор отключался и при падении давления до 5 *кГ/см*² — включался. Давление выключения устанавливают вращением винта главной пружины: при вращении по часовой стрелке давление уменьшается, против часовой стрелки — увеличивается. После установки давления выключения устанавливают давление включения. Регулирование производят винтом-упором подвижного контакта. Раствор между контактами должен быть $\approx$15 *мм*; при уменьшении раствора уменьшается и перепад между давлением выключения и давлением включения.

Плотность пневмосистемы можно считать достаточной, если падение давления от 7 до 5 *кГ/см*² происходит в течение не менее

чем 25—30 *мин* (при разомкнутых тормозах механизмов подъема, поворота и напора). При меньшей продолжительности падения давления следует проверить герметичность соединений трубопроводов, клапанов электропневмораспределителей, обратного клапана, а также клапанов компрессора. Места утечки сжатого воздуха можно обнаружить при помощи обмыливания соединений (по появлению пузырей). Если образующийся на соединении пузырь держится менее 30 *сек*, то плотность недостаточна и требуется подтяжка соединения.

Для проверки утечки сжатого воздуха у выхлопного отверстия электропневмораспределителя необходимо погрузить колено угольника выхлопного отверстия в посуду с мыльной водой и следить за появлением пузырей. Если образующийся пузырь держится более 10 *сек*, то утечка не превышает допустимую величину. В противном случае следует разобрать электропневмораспределитель и устранить дефект. Проверку производят при включенном и выключенном электромагнитном вентиле.

Плотность обратного клапана проверяют при давлении в системе и отключенном компрессоре. Для этого трубопровод между компрессором и обратным клапаном разъединяют. Если из системы через обратный клапан будет выходить воздух, то плотность обратного клапана недостаточна и его необходимо притереть. При достаточной плотности пневмосистемы повышение давления с 5 до 7 $кГ/см^2$ должно происходить не более чем за 5 *мин* после включения компрессора, иначе следует проверить клапаны компрессора.

Регулирование механизмов

В целях обеспечения нормального взаимодействия узлов экскаватора следует периодически производить регулирование механизмов.

Регулирование механизма торможения днища ковша производят изменением усилия сжатия пружин путем завинчивания или отвинчивания гаек *4* (см. рис. 11). Если во время открывания ковша днище имеет значительный размах и задевает за рукоять, следует пружины поджать и, наоборот, — ослабить, если днище не открывается полностью.

Регулирование хода засова днища ковша. Засов *5* (см. рис. 10) при закрытом днище должен своим концом входить в окно пяты передней стенки ковша на 15—30 *мм*. Величину перекрытия засова регулируют подбором количества шайб *7*, а также перестановкой болта *10* в следующее отверстие в хвостовой части засова. Длину цепи определяют при открывании днища; она должна обеспечивать угол $\approx 90°$ между рычагом на рукояти и направлением цепи.

Регулирование зазора между балками рукояти и ползунами седловых подшипников. Между боковыми *9* (см. рис. 21) и верх-

ними *8* ползунами седловых подшипников и соответствующими плоскостями балок рукояти должны быть зазоры в пределах 3—4 *мм*. При бо́льших значениях зазоров следует открепить соответствующие ползуны и заложить между ними и седловыми подшипниками необходимое количество прокладок *12* и *13*, после чего ползуны закрепить заново.

Регулирование механизма ограничения хода рукояти. Командоаппарат механизма ограничения хода рукояти настраивают таким образом, чтобы при движении рукояти вперед замедление скорости начиналось приблизительно за 900 *мм* до концевого упора рукояти, а выключение хода рукояти — за 100 *мм* до концевого упора. В этот период рукоять должна занимать горизонтальное положение. Натяжение приводной цепи командоаппарата производят за счет перемещения кронштейна командоаппарата. Допустимый прогиб ветви цепи должен быть не более 6—8 *мм*.

Регулирование муфты предельного момента. Колодки муфты предельного момента должны быть зажаты так, чтобы обеспечить передачу максимального крутящего момента электродвигателя без проскальзывания. Проскальзывание муфты должно быть при динамических нагрузках, возникающих в случаях, когда движущийся ковш резко ударяется в препятствие. Величину момента, передаваемого муфтой, регулируют подвертыванием стяжки *21* (см. рис. 20).

Регулирование тормозов напорного, поворотного и ходового механизмов. Тормоз напорного механизма должен быть отрегулирован так, чтобы удерживать рукоять на весу в вертикальном положении. В разомкнутом состоянии колодки должны отходить от шкива, обеспечивая равномерный зазор 2—2,5 *мм*. Величина тормозного момента регулируется изменением длины сжатия пружины *2* (см. рис. 23) с помощью гаек *14*, а зазор между колодками и тормозным шкивом — винтами *6*. Равномерность зазора между колодками и шкивом достигается вращением гаек *11*. Винты и гайки отрегулированного тормоза должны быть надежно застопорены соответствующими контргайками.

Тормоза поворотных механизмов должны останавливать вращение поворотной части экскаватора после начала торможения и отключения электродвигателей в пределах угла поворота 45—55°. Тормоз хода должен удерживать экскаватор на уклоне 12°. Тормоза поворотных механизмов и хода регулируют аналогично тормозу напорного механизма.

Регулирование тормоза стреловой лебедки. Тормоз стреловой лебедки — неуправляемый и должен обеспечивать удержание стрелы в неизменном положении. Удерживающий момент тормоза регулируют величиной сжатия пружины *24* (см. рис. 40) посредством гайки *25* (сопротикасание витков пружины не допускается).

Регулирование тормоза подъемной лебедки. Тормоз подъемной лебедки должен быть отрегулирован так, чтобы удерживать гру-

женый ковш на весу. При размыкании тормоза лента должна отходить от шкива равномерно, обеспечивая зазор 1—3 *мм*. Тормозной момент регулируют подкручиванием гайки *5* (см. рис. 36) и изменением длины болта *12*; при этом в заторможенном состоянии между торцом цилиндра и контргайкой вилки штока должен быть выдержан зазор $\approx$15 *мм*. Равномерность зазора между шкивом и лентой достигается регулированием винтов *3* и пружин *17*, а также перестановкой подставки *9*. После окончания регулирования все винты и гайки следует застопорить от самоотвинчивания.

Регулирование зазора в центральной цапфе. Зазор в центральной цапфе между шайбой и торцом отливки нижней рамы должен быть 1 *мм*. Зазор проверяют при копании экскаватора по зазору между задними роликами роликового круга и опорным рельсом поворотной платформы. Этот зазор должен быть в 2 раза больше зазора в центральной цапфе и не должен превышать 3—4 *мм*.

Для регулирования осевого зазора центральной цапфы необходимо убрать стопорные планки *10* (см. рис. 41) с гайки *9*, которую застопорить от вращения стержнем *8*, вставив конец последнего в выемку гайки. Затем поворачивают поворотную платформу вправо с помощью поворотных редукторов. Один оборот платформы позволяет поднять гайку на 4 *мм*. Вращение поворотной платформы для регулирования зазора следует производить осторожно, заранее определив необходимую величину подтягивания гайки. После окончания регулирования стержень *8* следует вынуть из выемки гайки *9*, застопорив ее планками.

Регулирование гусеничных цепей. Гусеничные цепи должны быть натянуты так, чтобы верхняя ветвь лежала на всех трех опорных колесах без заметного провисания между ними. Натяжение гусеничных цепей производят с помощью подъемной лебедки. Для этого стальной канат диаметром 30—50 *мм* надежно закрепляют за натяжную ось и зубья ковша, который располагается в нижнем положении, и включают подъем. При этом необходимо принять меры предосторожности, исключающие травмирование персонала. Когда натяжная ось будет отодвинута и цепи будут натянуты на необходимую величину, снимают кронштейны *8* (см. рис. 60), в свободное пространство между натяжной осью и гусеничными рамами закладывают металлические прокладки *7*. Суммарная толщина набора прокладок с каждой стороны гусеничной рамы, по возможности, должна быть одинаковой. После окончания регулирования гусеничных цепей кронштейны устанавливают на место.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО СМАЗКЕ ЭКСКАВАТОРА

Многолетний опыт эксплуатации экскаваторов ЭКГ-4 и ЭКГ-4,6 Уралмашзавода и ряд проведенных исследований по износу их механических узлов показывают, что соблюдение правил техни-

ческого обслуживания узлов трения машины повышает износостойкость деталей, надежность и производительность экскаватора. Использование смазочных материалов не по назначению или использование некачественных смазок за короткое время может вывести из строя детали узла, и наоборот — правильное использование смазки может задержать интенсивный износ, а иногда, совсем остановить его.

Широко известная теория жидкостного трения предполагает наличие постоянной пленки масла между трущимися поверхностями. Основным фактором, влияющим на выбор смазочного материала, является его вязкостная характеристика. В тяжелонагруженных узлах, к которым следует отнести почти все узлы экскаватора, жидкостное трение носит случайный характер, и основным критерием должна служить способность масла противостоять износу при граничном трении, т. е. его маслянистость.

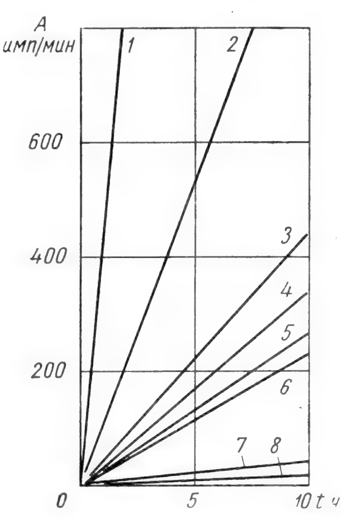


Рис. 76. Кривые износа шестерни редуктора СКР-11 при использовании различных масел:

1 — индустриальное 45; *2* — автол АК-10; *3* — индустриальное 50; *4* — автол АК-15; *5* — цилиндровое *11*; *6* — авиационное МК-22; *7* — цилиндровое 24; *8* — трансмиссионное автотракторное зимнее

На рис. 76 приведен график интенсивности износа трущихся поверхностей тяжелонагруженного зубчатого зацепления, полученный при исследовании влияния масел на износ [1]. На графике по одной оси отложено время t, по другой — относительное число A радиоактивных частиц в масле, пропорциональное износу шестерни. Угол наклона кривых характеризует интенсивность износа. Как видно из графика, хотя вязкость масла индустриального 50 незначительно выше, чем масла индустриального 45, однако износ трущихся поверхностей при использовании масла 45 значительно выше, чем при смазке маслом 50 (кривые *1* и *3*).

Опыт применения на открытых зубчатых парах графитной консистентной мази вместо солидолов подтверждает, что стойкость зубьев в этом случае увеличивается в 2—3 раза.

Приведенные примеры показывают, что вязкость не является определяющим параметром при выборе масла для смазки трущихся узлов экскаватора. Решающим является свойство смазки уменьшать трение в граничных условиях.

[1] Тищенко Л. И. Экспериментальные исследования в области смазки зубчатых колес горных машин. «Вестник машиностроения», 1960, № 5.

*

В тяжелонагруженных зубчатых зацеплениях к смазкам предъявляются дополнительные требования: они должны предотвращать схватывание (сваривание, адгезию и т. п.) поверхностей при высоких контактных нагрузках. К таким смазкам следует отнести консистентную графитную смазку.

К консистентным смазкам, которые применяются в централизованных системах экскаватора, предъявляется еще одно очень важное требование — возможность их прокачивания по трубам при температурах тех климатических зон, где эксплуатируется экскаватор. Ориентировочно о прокачиваемости смазки можно судить по пенетрации и пределу прочности на сдвиг при данной температуре. Сопротивление или потери при прокачивании смазки по трубам определяются: структурой смазки, скоростью перемещения по трубам, температурой смазки и сечениями труб. Так, например, солидолы обладают волокнистой структурой и для централизованных систем смазки они не пригодны, так как при обычных температурах сопротивление их при прокачивании значительно превышает возможности нагнетательного насоса в системах.

Перечень рекомендуемых для экскаваторов масел и консистентных смазок дан в табл. 10 и 11.

Таблица 10

Характеристика рекомендуемых для экскаваторов масел

Масла	ГОСТ	Вязкость		Температура застывания в °С	Кислотное число в *мг* КОН
		при 50° С	при 100° С		
Автотракторное:					
АК-15	1862—60	—	15 *сст*	—5	0,35
АКЗп-10	1862—60	—	10 »	—40	0,10
Трансмиссионное автотракторное:					
летнее	542—50	—	4—4,5 Е	—5	—
зимнее	542—50	—	2,7—3,2 Е	—20	—
Компрессорное:					
19 (Т)	1861—54	—	17—21 *сст*	—	0,10
12 (М)	1861—54	—	11—14 »	—	0,15
Приборное МВП . . .	1805—51	6,3—8,5 *сст*	—	—60	0,14

При низких температурах консистентные смазки сильно загустевают и применение их затруднено. На основании опытов, проведенных на Норильском горнообогатительном комбинате, Иркутский филиал АН СССР рекомендует при низких температурах разбавлять консистентные смазки дизельным топливом ДА (ГОСТ 4749—49). В табл. 12 даны рекомендации по составлению смесей в зависимости от температуры. Следует, однако, иметь

Таблица 11

Характеристика рекомендуемых для экскаваторов консистентных смазок

Смазки	ГОСТ	Пенетрация	Температура каплепадения в °С	Предел прочности при 50° С в $г/см^2$
Индустриальная ИП1	3257—53	260—300	80	1,6
Графитная УСсА . . .	3333—55	250	70	—
Солидол:				
жировой УС-2 . . .	1033—51	230—290	75	—
синтетический УСс	4366—56	270—330	75	—
Жировая 1-13	1631—61	—	120	—
Канатная	5570—50	—	40	—
Экскаваторная зимняя	ТУ [1]	260—300	75	8,5 при —30° С
Графитная	ТУ [1]	—	75	10 при —30° С

[1] ТУ — Опытная смазка, изготовляемая для централизованных систем смазки, работающих при низкой температуре.

в виду, что в централизованных системах смазки допускается применение только специальных сортов смазки.

На экскаваторе в системе смазки с помощью раздаточного пистолета в летнее время следует применять смазку ИП1, в зимний период следует пользоваться зимней экскаваторной смазкой. Для системы смазки распылением с помощью форсунок следует пользоваться зимней графитной экскаваторной смазкой. Заменителями следует пользоваться для смазки подшипников и зубчатых зацеплений только при помощи шприца. Заменители не предназначены для подачи их по трубам, так как при этом возникают большие сопротивления при прокачивании, которые не могут быть

Таблица 12

Смазочные смеси

Температура воздуха в °С	Смазка	Содержание дизельного топлива ДА в %	Смазка	Содержание дизельного топлива ДА в %
От —5 до —20	Жировая 1-13 (ГОСТ 1631—60)	18	Солидол жировой УС-2 (ГОСТ 1033—51)	22
От —20 до —30		30		35
От —30 до —40		40		46
От —40 до —50		48		53

преодолены усилием, развиваемым смазочной установкой. Опыт показывает, что при температуре минус 25° С синтетический солидол не прокачивается при давлении в станции 350 *кГ/см²*. Для смазки с помощью шприца при низких температурах заменители в чистом виде использованы быть не могут; их следует разбавлять дизельным топливом, согласно табл. 12.

При низких температурах смазку узлов трения экскаватора лучше производить в конце или в середине смены, когда машина разогрета. В этом случае создаются лучшие условия для прохождения смазки по масляным каналам и ее распределения в узле. В табл. 13 приведены потери давления при прокачивании специальных смазок по трубам различного сечения. Подбор смазки при современном состоянии теории трения и износа — сложный процесс. Как правило, после теоретического расчета и назначения смазки необходима дополнительная экспериментальная проверка, по результатам которой судят о правильности выбора смазки для данного узла. Поэтому произвольная замена марки смазочного материала недопустима.

Таблица 13

Потери давления при прокачивании смазки

Сечение трубы в дюймах	Смазки	Скорость прокачивания смазки в *л/мин*	Потери давления на 1 *м* трубопровода в *кГ/см²* при температуре смазки в °С				
			+5	0	−5	−10	−15
1/4	ИП1 (зимн.)	1,3	3,2	4,6	7,0	13,0	—
3/8		1,3	2,25	3,15	4,75	7,0	10,5
1/2		2,4	2,8	4,0	6,0	10,0	13,6
1/4	УСсА	1,3	—	1,0	2,25	5,2	8,5
3/8		1,3	—	0,8	1,5	—	7,0
1/2		2,4	—	0,8	1,0	—	5,5

Примечание. Данные приведены по материалам ВНИИМЕТМАШа и Уралмашзавода и являются ориентировочными.

Операции по смазке узлов трения довольно трудоемки: они занимают от 11 до 15% рабочего времени по обслуживанию экскаватора. Экскаваторостроители стремятся сократить это время и повысить культуру обслуживания машины. С 1965 г. экскаваторы ЭКГ-4,6 оснащаются автоматической системой смазки зубчатого венца поворота и открытой зубчатой передачи подъемной лебедки, централизованной системой заправки подшипников и

циркуляционной системой жидкой смазки редукторов поворота. Описание циркуляционной системы жидкой смазки редукторов поворота приводится совместно с описанием устройства редуктора.

УСТРОЙСТВА ДЛЯ СМАЗКИ

Зарядный агрегат типа ЗАП-800

Системы централизованной консистентной смазки экскаватора имеют в качестве подающего механизма зарядный агрегат ЗАП-800 производства Елгавского машиностроительного завода.

На рис. 77 приведена кинематическая схема ЗАП-800, а на рис. 78 показано его устройство. Внутри резервуара *1* (рис. 78) помещен поршень *2* со штоком указателя расхода смазки. Резервуар с поршнем служит в качестве аккумулятора для поддержания давления смазки по мере ее расхода. В зимний период, при затрудненном всасывании смазки из резервуара, в пространство над поршнем подводится через специальное отверстие сжатый воздух от пневмосистемы экскаватора. Емкость резервуара, в зависимости от модификации, колеблется от 16 до 35 *л*. На штоке указателя нанесены деления через каждые 0,5 *л* расхода консистентной смазки из резервуара. В нижней части резервуара помещен заправочный фильтр *3* с обратным клапаном. Отдельно фильтр показан на рис. 79. Консольно на баке установлен масляный насос. Приводом насоса служит пневматический цилиндр *4* (рис. 78) типовой конструкции. Пневмоцилиндр питается сжатым воздухом давлением 4,6—7 *кГ/см²* от пневмосистемы экскаватора.

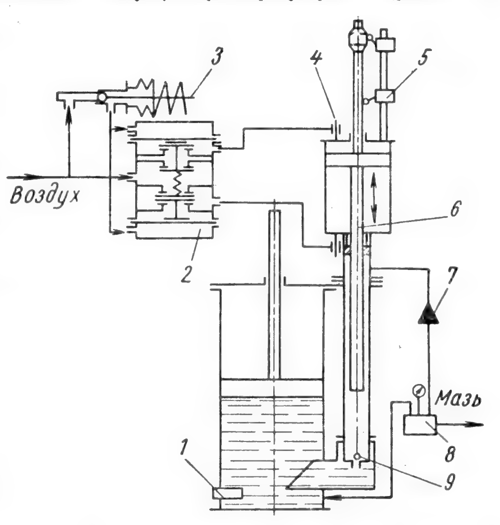


Рис. 77. Кинематическая схема зарядного агрегата ЗАП-800:

1 — фильтр; *2* — клапан КПЭМ-10; *3* — электромагнит; *4* — дроссель; *5* — конечный выключатель ВК-311; *6* — плунжер; *7* — обратный клапан; *8* — предохранительный клапан; *9* — всасывающий клапан

Реверсирование хода поршня пневмоцилиндра осуществляется автоматически клапаном КПЭМ-10, показанным на рис. 80, и двумя конечными выключателями, установленными на стойке. В последних конструкциях клапан КПЭМ-10 заменен на запорные вентили типа ВВ-32 и ВВ-34, описание которых приводится в раз-

деле пневмосистемы экскаватора. Электрическая схема включения электромагнитов клапанов и конечных выключателей позволяет избрать режим работы насосов агрегата ЗАП-800. Перестановкой нижнего конечного выключателя можно изменить величину рабочего хода поршня пневмоцилиндра, что позволяет изменить количество смазки, выдаваемой за один ход плунжера.

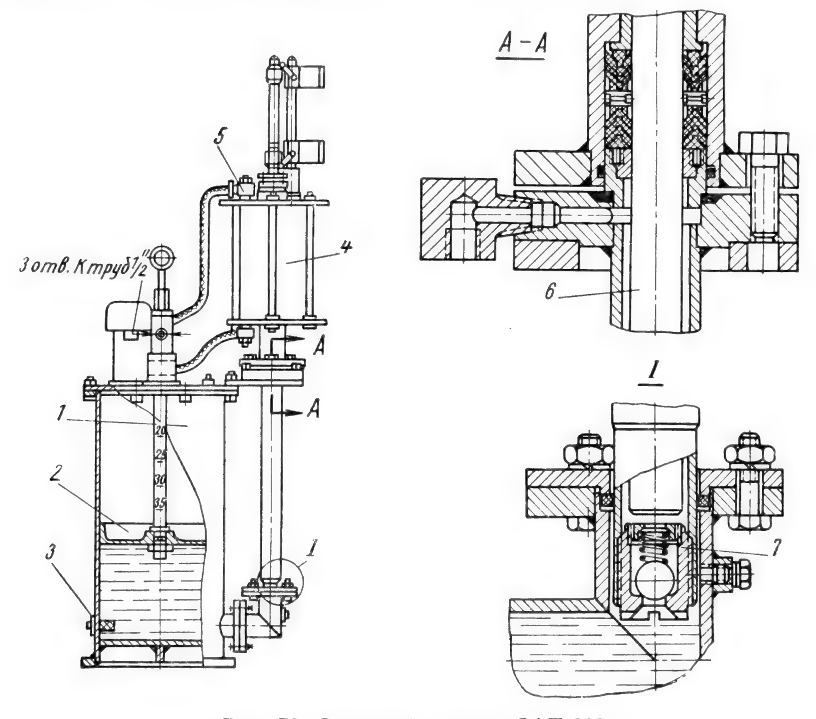


Рис. 78. Зарядный агрегат ЗАП-800

На крышках пневмоцилиндра установлены регулирующие дроссели *5* (рис. 78), с помощью которых изменяются проходные сечения для воздуха, что приводит к изменению скорости перемещения поршня пневмоцилиндра и связанного с ним плунжера *6* насоса. Данная регулировка используется при настройке продолжительности времени рабочего хода. Следует иметь в виду, что чем медленнее протекает всасывание (ход плунжера вверх), тем лучше заполняется всасывающая полость насоса.

В нижней части насоса установлен всасывающий клапан *7*, препятствующий выходу смазки в резервуар при рабочем ходе. На напорном канале насоса установлен обратный клапан, препятствующий возврату смазки в насос. Смазка по напорному каналу поступает через предохранительный клапан в общую напорную

магистраль системы смазки. Предохранительный клапан *8* (рис. 77) в системах смазки экскаватора при работе не используется и должен быть закрыт до отказа. Для наблюдения за давлением нагнетания смазки на корпусе предохранительного клапана установлен манометр, соединенный с магистралью нагнетания.

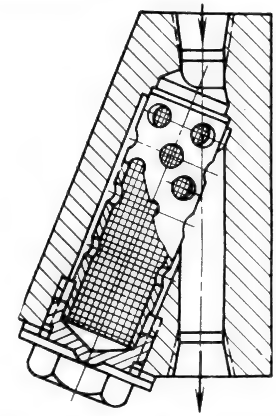



Рис. 79. Фильтр ФСГ-1/2″

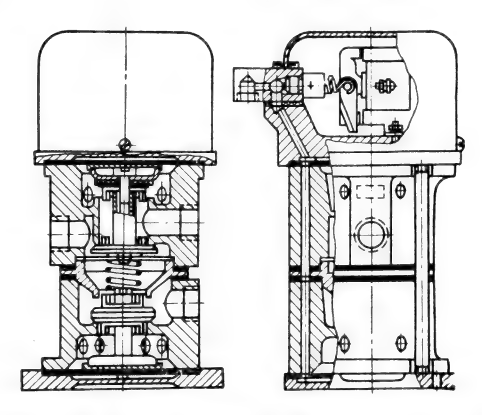


Рис. 80. Пневматический электромагнитный мембранный клапан КПЭМ-10

Пневматический электромагнитный мембранный клапан КПЭМ-10 предназначен для реверсирования хода пневмоцилиндра. Он состоит из системы клапанов и электромагнита, который перемещает клапаны, позволяя тем самым подавать воздух в ту или другую полость пневмоцилиндра. Конструкция клапана показана на рис. 80.

Форсунка

Конструкция форсунки видна на рис. 81. Мазь поступает к форсунке от заправочного агрегата через распределительный четырехпозиционный кран, показанный отдельно на рис. 82. Поступая в полость форсунки под давлением, мазь перемещает плунжер *2* (рис. 81), который своим хвостовиком открывает шариковый запорный клапан *1*, и сжатый воздух поступает в вихрительную камеру. Проходя через винтовые каналы вихрителя *6*, воздух приобретает вращательное движение. Плунжер, продолжая перемещаться, открывает выходной канал для мази, и завихренный воздух подхватывает и разбрызгивает ее.

Размер пятна, покрываемого мазью, регулируется изменением выходной щели *4*, для чего под штуцер *5* положены прокладки *3*. Кроме того, величина пятна зависит от расстояния головки форсунки до смазываемой поверхности. Время отсечки воздуха после прекращения подачи смазки регулируется верхним винтом *7*.

Форсунка должна включаться в работу только при наличии подведенного сжатого воздуха. В противном случае смазка попадает в вихрительную камеру и работа форсунки нарушается.

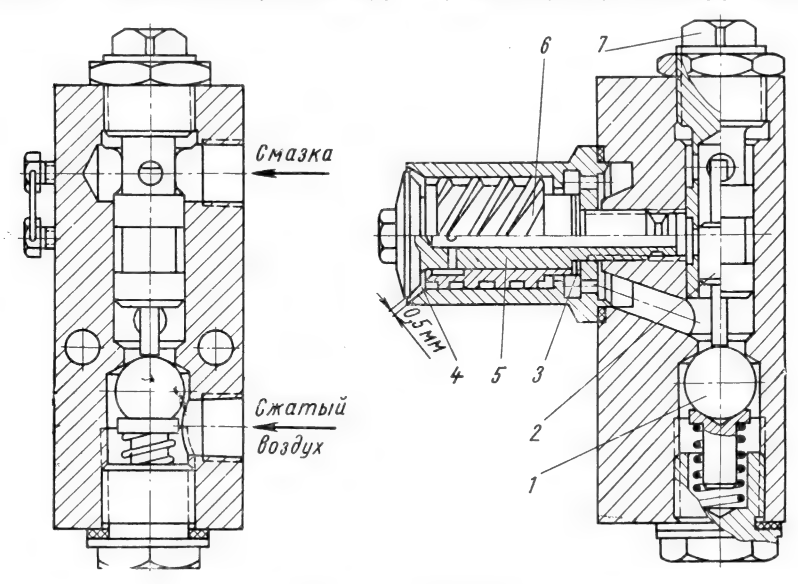


Рис. 81. Форсунка

Нормальное распыление смазки нарушается также при попадании в форсунку загрязненной смазки. С целью предупреждения загрязнения смазки на напорной магистрали дополнительно устанавливается сетчатый фильтр типа ФСГ, устройство которого показано на рис. 79.

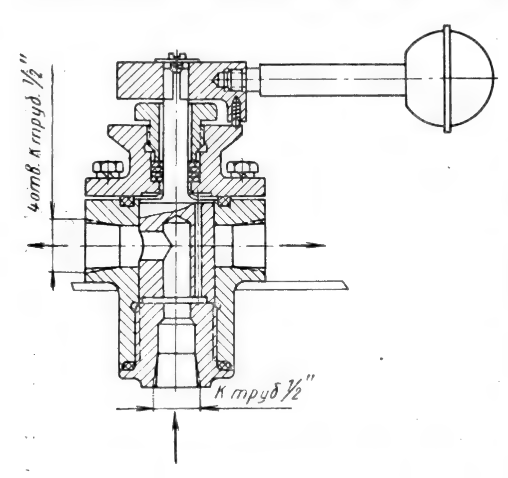


Рис. 82. Четырехпозиционный кран

Раздаточный пистолет

Раздаточный пистолет (рис. 83) предназначен для подачи определенного объема смазки в отдельные узлы трения. Смазка подводится через шланг высокого давления от заправочного агрегата к пистолету. Встроенный в пистолет запорный клапан удерживает смазку под давлением в корпусе пистолета. Нажатием рычага

клапан открывается, и смазка поступает по выходному шлангу к накидной гайке. Для большей надежности соединение накидной гайки с масленкой выполнено на крупной резьбе. На рис. 84 показана конструкция винтовой масленки типа МВ.

Пистолет рассчитан на рабочее давление до 400 *кГ/см²*.

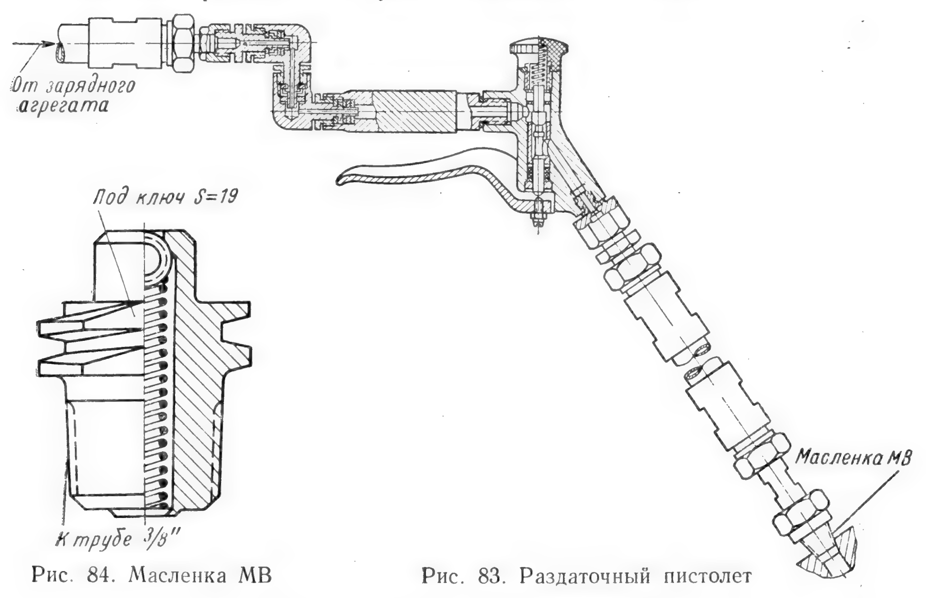


Рис. 84. Масленка МВ

Рис. 83. Раздаточный пистолет

Перекачной насос НПШГ-200м

Перекачной насос НПШГ-200м предназначен для перекачивания консистентной смазки из бочек и другой тары в резервуары смазочных агрегатов через заправочный фильтр. Конструкция

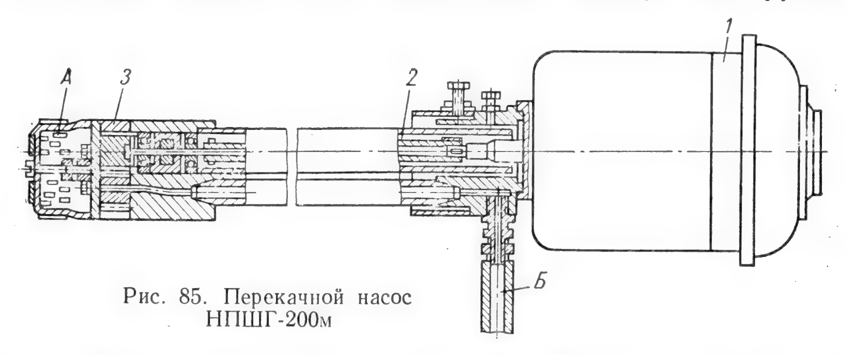


Рис. 85. Перекачной насос НПШГ-200м

перекачного насоса видна на рис. 85. Шестеренчатый насос *3* вращается электродвигателем *1* при помощи карданного вала *2*. Смазка забирается из тары через приемные отверстия *А* стакана,

имеющего фильтрующую сетку. Из насоса смазка проталкивается к выходному штуцеру *Б* и через гибкий шланг поступает в заправляемый резервуар.

Перекачной насос обеспечивает перекачку консистентной смазки при ее пенетрации не ниже 290 и противодавлении не более 12 $кГ/см^2$. При работе насоса необходимо время от времени перемещать его насосную часть, подгребая смазку, иначе насос может захватывать воздух, что приводит к нарушению его работы. Попадание воздуха в резервуар смазочных агрегатов также может вызвать отказы при работе системы централизованной смазки.

Автоматическая централизованная система смазки зубчатых открытых передач

Система (рис. 86) предусматривает возможность периодической смазки зубчатого колеса барабана лебедки и зубчатого венца поворота. Смазка наносится на поверхности трения зубьев в распыленном состоянии с помощью форсунок. Описание форсунок и другой смазочной аппаратуры приведено выше.

Для включения системы смазки следует открыть вентиль на подачу сжатого воздуха к зарядным агрегатам и форсункам, установить четырехпозиционный кран стрелкой в направлении на мазепровод к форсунке зубчатого колеса, которое нужно смазать. При работе зарядного агрегата ЗАП включается механизм на прокручивание. Во время рабочего хода ЗАП на пульте должна гореть сигнальная лампа. После одного рабочего хода, что соответствует выдаче зарядным агрегатом 140—150 $см^3$ графитной смазки, ЗАП останавливается. Для повторения рабочего хода ЗАП необходимо повторно нажать пусковую кнопку. Такая блокировка позволяет машинисту выбирать необходимую скорость вращения механизмов. Для смазывания зубчатого колеса барабана лебедки и зубчатого венца поворота следует производить по два рабочих хода ЗАП.

Обслуживание централизованной системы смазки сводится к следующему:

1. Периодически, раз в 2—4 месяца, производить заправку зарядного агрегата ЗАП рекомендованными сортами графитной смазки с помощью заправочного насоса НПШГ-200м. Перед заправкой рекомендуется промыть и проверить исправность сетчатых фильтров. При заправке не допускать попадания воздуха под поршень резервуара заправочного агрегата.

2. Периодически, не реже одного раза в 6 месяцев, проверять настройку системы и при необходимости регулировать ее.

Настройка централизованной системы смазки зубчатых передач производится в следующем порядке:

1. Проверка работы ЗАП: а) включить ЗАП на рабочий ход и проверить порцию выдаваемой мази. Если шток перемещается,

а смазка не подается, выпустить воздух через пробку и проверить предохранительный клапан; б) проверить продолжительность рабочего хода. Ход должен заканчиваться за 20—25 *сек*. При необходимости, отрегулировать продолжительность рабочего хода ввинчиванием дроссельных игл на пневмоцилиндре ЗАП.

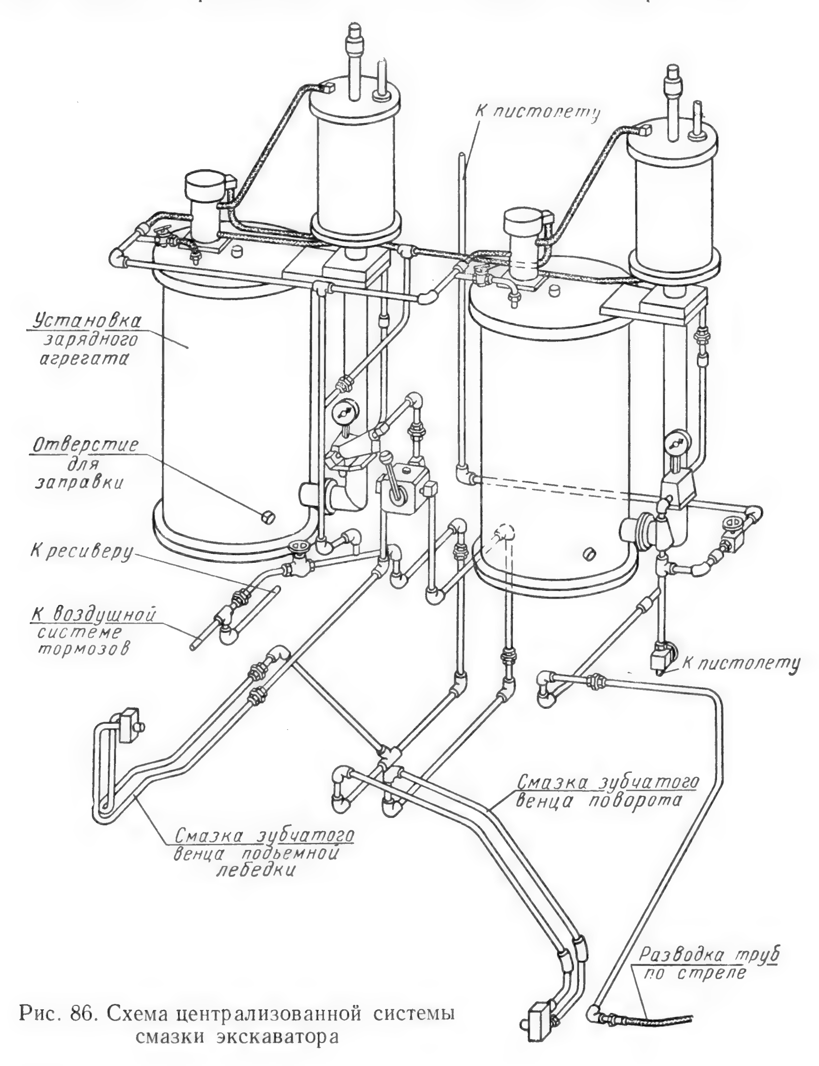


Рис. 86. Схема централизованной системы смазки экскаватора

2. Проверка работы форсунки: а) установить перед форсункой на венец экран из бумаги. Переключить четырехходовой кран на подачу смазки в форсунку. Включить ЗАП. Проверить качество пятна распыления смазки. При необходимости изменить диаметр

пятна распыления, нужно изменить размер выходной щели, для чего следует подобрать толщину прокладки (номинальный размер щели 0,5 *мм*); б) проверить отсечку сжатого воздуха после прекращения подачи смазки в форсунку. При нормальной работе форсунки воздух должен отсекаться через 15—20 *сек* после прекращения подачи смазки. При необходимости, отрегулировать отсечку регулировочным винтом форсунки.

3. Проверка трубопроводов: периодически производить подтяжку гаечных соединений трубопроводов, не допуская течи смазки.

Централизованная система заправки подшипников смазкой через раздаточный пистолет

Установка зарядного агрегата ЗАП для заправки подшипников через раздаточный пистолет схематично показана на рис. 86. Для работы с раздаточным пистолетом необходимо открыть общий вентиль на подачу сжатого воздуха в зарядный агрегат и включить его (на дополнительном пульте машиниста) в работу. Блокировка ЗАП выполнена таким образом, что после его включения ход пневмоцилиндра реверсируется автоматически и циклы подачи смазки повторяются до его выключения машинистом.

Обслуживание централизованной системы заправки подшипников через раздаточный пистолет сводится к периодической проверке плотности соединений и промывке фильтров. По мере расхода смазки необходимо производить заправку резервуара зарядного агрегата через заправочный фильтр при помощи перекачного насоса НПШГ-200м.

С целью экономного расхода сжатого воздуха при работе раздаточным пистолетом пружину предохранительного клапана ЗАП следует поджать так, чтобы при максимальном давлении воздуха клапан не сбрасывал смазку в резервуар и поршень с плунжером насоса при включенном клапане КПЭМ-10 (или ВВ-32) прекращал движение вниз, уравновешиваясь давлением смазки при закрытом пистолете.

Время одного рабочего хода ЗАП при открытом пистолете регулируется дросселями на пневмоцилиндре и должно быть в пределах 15—18 *сек*.

РЕЖИМЫ СМАЗКИ И НОРМЫ РАСХОДА СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Расположение смазываемых узлов экскаватора и режимы смазки указаны на картах смазки и в таблицах к ним (рис. 87—89 и табл. 14—16). Стрелками на рисунках указаны места расположения точек смазки, а цифры соответствуют номерам позиций в таблицах. В таблицах даны рекомендации по применению смазок для летних и зимних условий работы экскаватора, приведено

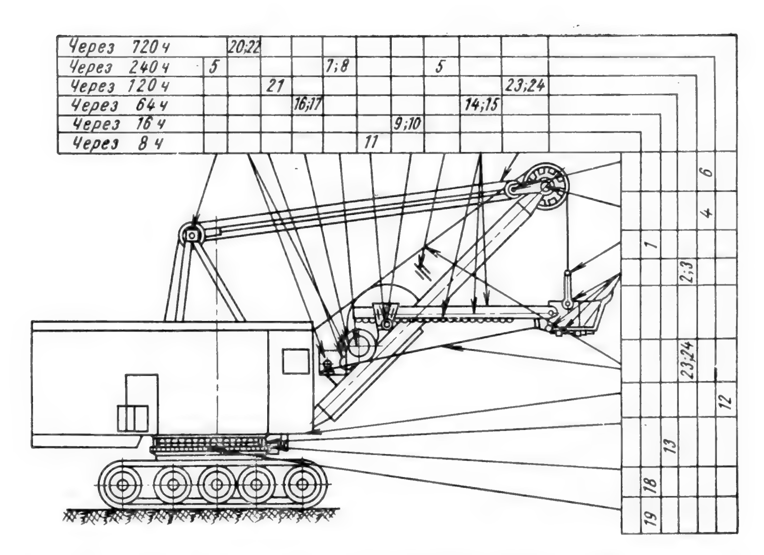


Рис. 87. Карта № 1. Смазка механизмов рабочего оборудования, роликовой опоры и зубчатого венца

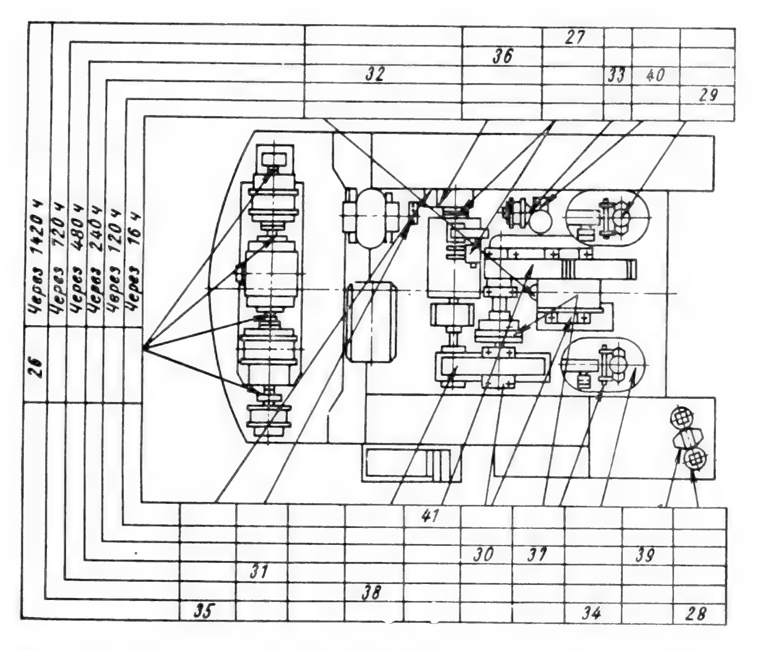


Рис. 88. Карта № 2. Смазка механизмов на поворотной платформе

Таблица 14

Смазка узлов рабочего оборудования (карта № 1)

№ позиции на рис. 87	Смазываемые узлы	Число точек смазки	Смазочный материал				Количество смазки на одну точку в $см^3$	Периодичность замены в *ч*
			летом		зимой			
			основной	заменитель	основной	заменитель		
1	Уравнительный блок ковша	1					12	16
2	Шарниры коромысла и днища ковша	6					5	120
3	Направляющие засова на днище	2					8	
4	Подшипники головных блоков стрелы	2					12	
5	Подшипники направляющих роликов подъемного каната	4	ИП1	1-13 УСс-2 или УС-2	Экскаваторная зимняя	1-13 или УС-2, разбавленные топливом ДА	2,5	
6	Оси блоков каната подъема стрелы	3					2,5	240
7	Подшипники промежуточного вала механизма напора	2					12	
8	Подшипники муфты предельного момента механизма напора	1					10	

Продолжение табл. 14

№ позиции на рис. 87	Смазываемые узлы	Число точек смазки	Смазочный материал				Количество смазки на одну точку в $см^3$	Периодичность замены в *ч*
			летом		зимой			
			основной	заменитель	основной	заменитель		
9	Втулки наружной щеки седлового подшипника	2	ИП1	1-13, УСс-2, УС-2	Экскаваторная зимняя	1-13 или УС-2, разбавленные топливом ДА	4	16
10	Втулки внутренней щеки седлового подшипника	2					6	
11	Втулки напорного вала	2					10	8
12	Опора стрелы	2					50	720
13	Оси роликов роликового круга	36					8	64
14	Рейки рукояти	2	Графитная УСс-А	УС-2, УСс-2 с добавкой графита	Экскаваторная зимняя графитная	УС-2, разбавленное топливом ДА с добавкой графита	40	64
15	Верхние и боковые плоскости балок рукояти	6					40	
16	Первая зубчатая передача механизма напора	1					100	
17	Вторая зубчатая передача механизма напора	1					330	

Продолжение табл. 14

№ позиции на рис. 87	Смазываемые узлы	Число точек смазки	Смазочный материал				Количество смазки на одну точку в $см^3$	Периодичность замены в *ч*
			летом		зимой			
			основной	заменитель	основной	заменитель		
18	Поверхности качения роликов опорного круга	2	Графитная УСсА	УС-2, УСс-2 с добавкой графита	Экскаваторная зимняя графитная	УС-2, разбавленное топливом ДА с добавкой графита	300	16
19	Зубчатый венец поворота	1					—	720
20	Цепь ограничителя хода рукояти	—						
21	Шарниры тормоза механизма напора	10	АК-15	АКп-10	АКЗп-10 с присадкой АзНИИ-8у	Осевое «С»	—	120
22	Редуктор открывания ковша	1					Ванна 1,5 *л*	720
23 *24*	Канаты—стреловой, подъемный и открывания ковша	3	ИК	—	—	—	—	120
—	Подшипники электродвигателей	6	1-13	ЦИАТИМ-201	—	ЦИАТИМ-201	—	920

Таблица 15

Смазка узлов, расположенных на платформе (карта № 2)

№ позиции на рис. 88	Смазываемые узлы	Число точек смазки	Смазочный материал				Количество смазки на одну точку в $см^3$	Периодичность замены в *ч*
			летом		зимой			
			основной	заменитель	основной	заменитель		
26	Подшипники качения преобразовательного агрегата	10	1-13	УС-2	1-13	ЦИАТИМ-201	—	1440—1960 (в зависимости от состояния уплотнений)
27	Подшипники качения электродвигателей	12						
28	Подшипники командоконтроллера	4						
29	Нижние и верхние подшипники редукторов поворота	4	ИП1	1-13, УСс-2 или УС-2	Экскаваторная зимняя	1-13 или УС-2, разбавленные топливом ДА	6	120
30	Подшипники качения лебедки подъема	8					12	240
31	Втулки червячного колеса и червяка стреловой лебедки	4					5	480
32	Подшипники установки низковольтного токоприемника	2					—	
33	Подшипники промежуточного вала компрессорной установки	1					6	

Продолжение табл. 15

№ позиции на рис. 88	Смазываемые узлы	Число точек смазки	Смазочный материал				Количество смазки на одну точку в *см*³	Периодичность замены в *ч*
			летом		зимой			
			основной	заменитель	основной	заменитель		
34	Зубчатые передачи редукторов поворота	2	АК-15	АКп-10	АКЗп-10 с присадкой АзНИИ-8у	Осевое «С»	Ванна 26 *л*	1440—1960
35	Червячная передача стреловой лебедки	1					Ванна 20 *л*	1440—1960
36	Цепная передача стреловой лебедки	1					—	720
37	Шарниры тормозов	10					—	240
38	Зубчатая передача редуктора	1					Ванна 50 *л*	720—960
39	Шарниры и рычаги управления	7					—	240
40	Компрессор	1	Компрессорное 19 (Т)		Компрессорное 12 (М)		Ванна 3 *л*	240
41	Открытая зубчатая пара подъемной лебедки	1	Графитная УСсА	УС-2 или УСс-2 с добавкой графита	Экскаваторная зимняя графитная	1-13, разбавленная топливом ДА с добавкой графита	150	16

Таблица 16

Смазка узлов гусеничной тележки (карта № 3)

<table>
<tr><th rowspan="3">№ позиции на рис. 89</th><th rowspan="3">Смазываемые узлы</th><th rowspan="3">Число точек смазки</th><th colspan="4">Смазочный материал</th><th rowspan="3">Количество смазки на одну точку в $см^3$</th><th rowspan="3">Периодичность замены в *ч*</th></tr>
<tr><th colspan="2">летом</th><th colspan="2">зимой</th></tr>
<tr><th>основной</th><th>заменитель</th><th>основной</th><th>заменитель</th></tr>
<tr><td>*42*</td><td>Сухарь муфты включения гусениц хода</td><td>2</td><td rowspan="7">ИП1-Л</td><td rowspan="7">1-13, УСс-2 или УС-2</td><td rowspan="7">Экскаваторная зимняя</td><td rowspan="7">1-13 или УС-2, разбавленные топливом ДА</td><td>12</td><td>120</td></tr>
<tr><td>*43*</td><td>Втулки валов зубчатой передачи гусеничного хода</td><td>8</td><td>6</td><td rowspan="2">24</td></tr>
<tr><td>*44*</td><td>Втулки опорных колес</td><td>6</td><td>6</td></tr>
<tr><td>*45*</td><td>Втулка центральной цапфы</td><td>1</td><td>100</td><td rowspan="2">8</td></tr>
<tr><td>*46*</td><td>Сферическая шайба центральной цапфы</td><td>1</td><td>20</td></tr>
<tr><td>*47*</td><td>Втулка натяжных колес</td><td>2</td><td>6</td><td>24</td></tr>
<tr><td>*48*</td><td>Подшипники качения вала механизма хода</td><td>2</td><td>20</td><td>720—960</td></tr>
<tr><td>*49*</td><td>Штоки гидроцилиндров муфт выключения гусениц хода и втулок полумуфт</td><td>6</td><td>АК-15</td><td>—</td><td>АКЗп-10</td><td>—</td><td>—</td><td>240</td></tr>
</table>

Продолжение табл. 16

№ позиции на рис. 89	Смазываемые узлы	Число точек смазки	Смазочный материал				Количество смазки на одну точку в $см^3$	Периодичность замены в *ч*
			летом		зимой			
			основной	заменитель	основной	заменитель		
50	Шарниры тормоза	—	АК-15	—	АКЗп-10	—	—	240
51	Шарниры тяг низковольтного токоприемника	—					—	720—960
52	Зубчатые передачи редуктора хода	2	Трансмиссионное летнее	—	Трансмиссионное летнее	АКЗп-10	Ванна 15 *л*	1440—1960
53	Зубчатые передачи гусеничного хода (бортовая передача)	2					Ванна 20 *л*	1440—1960
54	Зубчатая муфта механизма хода	1	Графитная УСсА	УС-2 с добавкой графита	Экскаваторная зимняя графитная	1-13, УС-2, разбавленные топливом ДА с добавкой графита	20	120
55	Подшипники качения электродвигателей механизма хода	—	1-13	УС-2	1-13	ЦИАТИМ-201	—	1440—1960 (в зависимости от состояния уплотнений)

Продолжение табл. 16

Дополнение к карте № 3 для узлов гусеничной тележки экскаватора ЭКГ-4,6А

Смазываемые узлы	Число точек смазки	Смазочный материал				Количество смазки на одну точку в $см^3$	Периодичность замены в *ч*
		летом		зимой			
		основной	заменитель	основной	заменитель		
Валик переводной вилки муфты гусениц хода	2	ИП1-Л	УСс-2	Экскаваторная зимняя	УС-2, разбавленная топливом ДА	6	240
Вкладыши средней части поперечного вала	2						64
Подшипники промежуточного вала	2					20	720—960
Подшипники продольного вала	2					12	
Зубчатые пары редуктора	1	АКЗп-10	АКЗп-10	АКЗп-10 с присадкой АзНИИ-8у		Ванна 30 *л*	1440—1920
Зубчатая цилиндрическая пара в нижней раме	1	Трансмиссионное летнее		Трансмиссионное зимнее		Ванна 12 *л*	1440—1920
Зубчатая коническая передача	1	УСс-2	УС-2	Экскаваторная зимняя графитная		Ванна, заполненная до зубьев	

количество смазки, потребной для узла трения, указана периодичность смены масла в картерах или добавок консистентных смазок в подшипники.

Смазка, поданная в узлы трения своевременно и в необходимом количестве, создает условия безаварийной и продолжительной работы экскаватора. Время между очередными подачами смазки и ее количество для отдельных узлов трения следует уточнять в зависимости от конкретных условий эксплуатации и состояния

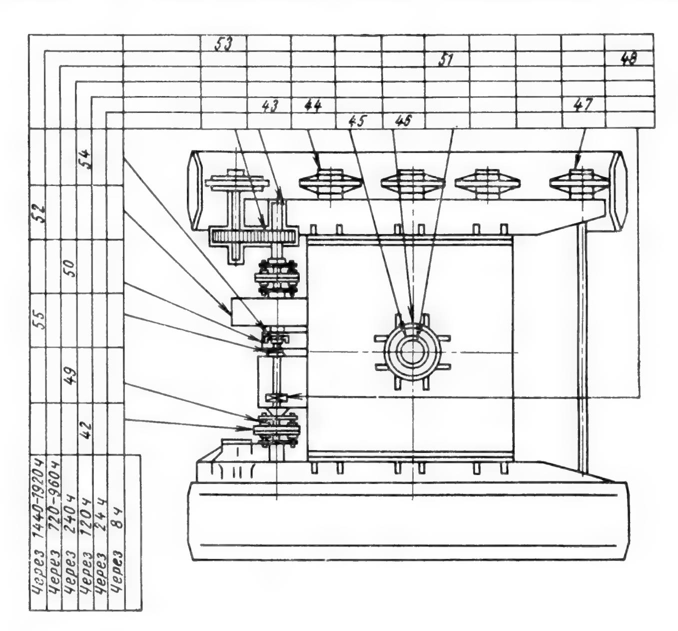


Рис. 89. Карта № 3. Смазка механизмов ходовой тележки

экскаватора. При эксплуатации необходимо своевременно производить замену масел и консистентных смазок, а также замену летних сортов на зимние и обратно. Смазочные материалы должны соответствовать ГОСТам, а зимние экскаваторные смазки — требованиям ВТУ завода-изготовителя.

На предприятиях, где эксплуатируется много экскаваторов, смазку отдельных машин целесообразно централизовать. Заправку емкостей маслом, заправку зарядных агрегатов консистентными смазками, а также мелкий ремонт смазочного оборудования производят с помощью специального оборудования, установленного на автомашине. Выпуск таких автомобилей освоен нашей промышленностью.

Правильная организация смазочного хозяйства обеспечивает постоянную работоспособность узлов экскаватора, удлиняет меж-

ремонтные сроки и способствует повышению производительности труда.

Ориентировочные расходы смазочных материалов могут быть приняты, исходя из следующих норм (в *кг* на 1000 *т* разработанной экскаватором руды) [1]:

Масло автотракторное АК-15 (АКЗп-10) . . .	3,4
Смазка ИП1-Л (УС-2, экскаваторная зимняя)	1,2
Смазка графитная УСсА (экскаваторная зимняя графитная)	0,68
Масло компрессорное	0,3
Смазка 1-13 (для электродвигателей)	0,06
» канатная ИК	0,24

[1] Ориентировочные нормы даны по материалам нормативов на ремонт экскаваторов института НИИОГР

Глава III

ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСКАВАТОРНЫХ РАБОТ

ЭКСКАВАТОРНЫЕ РАБОТЫ И ЗАБОИ

Экскаваторы типа ЭКГ-4,6А с рабочим оборудованием прямой лопаты являются универсальными, они могут производить разнообразные работы: вскрышные — по выемке пустой породы на карьерах стройматериалов и открытых горных разработках; добычные — по разработке полезных ископаемых открытым способом; погрузочно-разгрузочные — по погрузке и пересыпке руд и стройматериалов на складах предприятий и карьеров; строительные — по планировке площадок, рытью котлованов и каналов, по сооружению насыпей и плотин при возведении промышленных предприятий, гидроэлектростанций и других объектов; мелиорационные и ирригационные — по строительству обводнительных систем и сооружений, связанных с выемкой больших объемов земли.

Место работы экскаватора называется забоем. К забою относится площадка, на которой располагается экскаватор, разрабатываемая часть массива грунта и площадка, на которой устанавливаются транспортные средства под погрузку. Если разработка производится в отвал, то площадка, на которую выгружается из ковша грунт, также относится к экскаваторному забою.

Забой экскаватора типа ЭКГ-4,6А или ЭКГ-4,6Б располагается выше уровня стоянки машины. При использовании транспортных средств их располагают на уровне стоянки экскаватора.

В начале копания ковш устанавливают на уровне стоянки экскаватора и разрабатывают забой снизу вверх. Заполненный ковш поворачивается совместно с поворотной платформой (угол поворота составляет от 70 до 180°) для разгрузки в транспортные средства или в отвал. Разгруженный ковш возвращается в исходное положение и забирает грунт рядом с первым проходом. Процесс повторяется, пока ковш не обойдет весь забой впереди и с боков. Затем разрабатывается второй слой грунта и т. д. По мере разработки грунта забой перемещается вдоль уступа и поперек.

Размеры забоя регламентируются технологической картой в зависимости от разрабатываемого грунта и транспортных средств, с учетом габаритных и рабочих размеров экскаватора. Высота забоя выбирается из условий безопасной работы и полного заполнения ковша. Максимальная высота забоя не должна превышать максимальную высоту копания экскаватора, а минимальная высота забоя берется такой, чтобы обеспечивалось полное наполнение ковша за одно зачерпывание. Ширина забоя не должна превышать 1,5 радиуса копания экскаватора.

ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ЭКСКАВАТОРА

Для обеспечения производительной работы экскаватора необходимо заранее выполнять подготовительные работы: определение границ забоя, прокладку подъездных путей и дорог для транспорта, устройство освещения и качественная подготовка забоя — рыхление крепких и скальных пород взрыванием в количестве, достаточном для бесперебойной работы экскаватора в течение около двух суток. Площадка забоя должна быть спланирована и зачищена. Работа экскаватора разрешается только на горизонтальной площадке. Уклон площадки допускается в пределах 1—2°; при бо́льших значениях уклона опорно-поворотное устройство экскаватора будет иметь односторонний износ.

При работе в слабых грунтах необходимо экскаватор устанавливать на деревянные щиты.

Экскаватор в забое должен быть расположен так, чтобы черпанье производилось в пределах $^2/_3$ длины рукояти, а выгрузка в транспорт осуществлялась без дополнительного выдвижения рукояти, с наименьшим углом поворота платформы.

Техническое состояние экскаватора должно обеспечивать его бесперебойную работу. Для этого должен быть надлежащий уход за механизмами в период пересменок и другого нерабочего времени. Для своевременного и качественного обслуживания экскаватора необходимо обеспечение всеми запчастями, а также смазочными и другими материалами.

Для исключения простоя экскаватора необходимо его обеспечивать в достаточном количестве транспортными средствами. Последние должны иметь в 4—5 раз большую емкость, чем ковш экскаватора.

Для сокращения времени погрузки грунта в транспортные средства в первую очередь следует производить разработку забоя ближе к транспорту, а в период отсутствия транспорта производить перекидку грунта из более удаленной части забоя и сортировку грунта по габаритам.

При черпании необходимо плавно заглублять ковш в грунт, используя напор так, чтобы получить стружку, обеспечивающую

наилучшее заполнение ковша при наименьшей затрате времени; заполненный ковш следует сразу же перемещать на выгрузку. Перемещения недостаточно заполненного ковша на выгрузку следует избегать; целесообразнее в этом случае заполнить ковш за два черпания.

При работе в глинистых грунтах для уменьшения налипания глины на ковш следует снимать более тонкую стружку, которая лучше разрыхляется, а также необходимо систематически очищать ковш.

Производительность экскаватора следует повышать за счет сокращения рабочего цикла, совмещая отдельные операции по времени. Перемещение наполненного ковша из забоя на выгрузку и возвращение его в исходное положение совмещаются с поворотами.

Производительность экскаватора зависит во многом от организованности экскаваторной бригады, отношения ее к работе и содержанию механизмов.

При сдаче экскаватора следующей смене забой должен быть очищен для возможности осмотра узлов экскаватора. В период сдачи — приемки производится осмотр и ежесменный уход за механизмами. Сдача — приемка производится с отметкой в сменном журнале о состоянии экскаватора, а также о произведенных ремонтах.

ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ ЭКСКАВАТОРА

При эксплуатации экскаватора необходимо строго соблюдать правила безопасности. Перед началом работы следует осмотреть забой и площадку и убедиться в отсутствии козырьков и угрозы обрушения уступа.

Приступая к работе, необходимо подать предупредительный сигнал. Нахождение людей и механизмов в радиусе действия ковша запрещается.

На период взрывных работ экскаватор отводится на безопасное расстояние, а персонал удаляется в укрытие.

Не разрешается работа экскаватора с неисправными тормозами и звуковым сигналом, а также со снятыми с механизмов ограждениями. При работе экскаватора нельзя допускать: удары ковшом и рукоятью о стрелу, гусеницы и грунт, а также о транспортные средства; переподъем ковша и подъем стрелы напорным механизмом; ослабление подъемного каната при опускании ковша на грунт; поворот экскаватора при соприкасании ковша с забоем; перенос ковшом негабаритных кусков, не помещающихся между зубьями и коромыслом; копание одной стороной ковша; резкое торможение поворотной платформы.

При разработке высокого забоя необходимо удалять образующийся козырек и предупреждать самопроизвольное падение крупных валунов.

Все ремонтные и смазочные операции должны производиться только при остановленном экскаваторе. Ремонт и смазка узлов ходовой тележки со стороны уступа забоя производятся только при условии полной безопасности (отсутствие нависших козырьков, валунов и т. п.).

Разгрузку ковша в транспортные средства следует производить с наименьшей высоты, равномерно распределяя породу по площади вагона или кузова, не рассыпая на пути и не оставляя ее на бортах; при этом перемещение ковша над кабинами транспорта запрещается.

Для передвижения экскаватора площадка должна быть очищена и выровнена; допустимый угол подъема пути не должен превышать 12°.

При передвижении экскаватора стрела должна быть направлена вперед, вдоль оси движения, ковш поднят на 1—1,5 *м* над уровнем земли и ведущие колеса должны находиться сзади. Не следует перемещать экскаватор своим ходом на расстояния более 7—10 *км*.

После окончания работы, а также в перерывах, ковш должен быть опущен на землю.

Ремонт экскаватора должен производиться в безопасном месте. Для производства ремонта следует пользоваться только исправным инструментом, подъемными средствами и приспособлениями. При ремонте на высоте следует пользоваться предохранительными поясами.

При рубке металла, тросов и т. п. необходимо пользоваться защитными очками.

Для обеспечения пожарной безопасности экскаватор должен быть снабжен ящиком с песком, совками и огнетушителем. Легковоспламеняющиеся вещества на экскаваторе хранить запрещается. Смазочные материалы, а также обтирочные концы, следует хранить в отдельных металлических ящиках с крышками. При выполнении электросварочных работ на экскаваторе должны быть предусмотрены необходимые противопожарные меры.

Глава IV

МОНТАЖ ЭКСКАВАТОРА

КОМПЛЕКТАЦИЯ ЭКСКАВАТОРА

Экскаватор с завода-изготовителя отгружается отдельными укрупненными узлами, которые можно транспортировать по железной дороге. На месте использования экскаватор собирают, регулируют и испытывают. В табл. 17 приведен перечень укрупненных узлов экскаватора, а также деталей, отгружаемых с завода-изготовителя, с указанием веса и габаритных размеров каждого места.

Таблица 17

Перечень узлов экскаватора, отгружаемых с завода-изготовителя

№ места	Наименование	Габаритные размеры в *м*			Вес в *т*
		Длина	Ширина	Высота	
1	Инструмент, техническая документация в ящике	2,4	1,2	0,7	2,17
2	Ковш с рукоятью	9,95	2,3	2,6	18,1
3	Стрела и напорный механизм	11,96	2,23	2,35	19,1
4	Поворотная платформа с механизмами	5,3	3,2	2,99	37,8
5	Нижняя рама с роликовым кругом	4,4	3,4	1,4	21,6
6 и 7	Гусеничный ход	5,5	1,4	1,2	9,2×2
8 и 9	Гусеничные цепи	12,9	0,9	0,26	6,4×2
10	Площадки поворотной платформы	5,75	1,4	1,35	1,15
11	Кабина машиниста	2,5	1,56	2,8	2,78
12	Корпус противовеса	5,0	2,75	1,47	6,76
13	Натяжная ось	4,9	1,04	1,04	2,48
14	Двуногая стойка	6,6	1,43	1,4	2,9
15	Электрооборудование (преобразовательный агрегат)	4,76	1,14	1,61	8,75
16	Электрооборудование	1,07	0,84	1,9	0,73
17	Трансформатор	0,9	0,78	1,39	0,57
18	Электрооборудование и запчасти	2,4	1,35	1,05	1,9

№ места	Наименование	Габаритные размеры в *м*			Вес в *т*
		длина	ширина	высота	
19	Воздухосборник	1,4	0,7	0,7	0,17
20	Электрооборудование	1,66	0,66	2,1	1,16
21	Канат и запчасти	1,8	1,05	0,8	2,6
22	Звено гусеничное	0,9	0,47	0,3	0,35
23	Детали кузова	4,45	1,65	1,05	1,5
24	» »	5,65	1,65	1,75	2,52
25	» »	1,75	1,15	1,15	0,728
26	» »	1,77	0,65	0,78	0,134
27	» »	5,05	1,93	0,55	0,406
28	» »	4,2	2,52	0,4	0,548
29	» »	4,2	2,52	0,4	0,546
30	Шкаф электрооборудования	2,4	1,69	0,55	0,425
31	Запасные части электрооборудования	1,0	0,75	0,5	0,22
32	» » »	0,45	0,27	0,27	0,23
33	Оборудование для централизованной смазки	0,6	0,6	1,6	0,33
34	То же	0,75	0,75	1,6	0,35
35	Запчасти	0,37	0,37	0,25	0,25
36	»	0,37	0,37	0,25	0,25

Кроме узлов экскаватора, завод-изготовитель высылает комплект запасных частей, сварочный трансформатор, комплект инструмента, краску для подкраски узлов после монтажа, а также запасные части к электрооборудованию, поставляемые заводами-изготовителями электрооборудования.

Перечень запчастей и инструмента, поставляемых с экскаватором, приведен в прилож. I.

Для производства монтажа, обеспечения эксплуатации и ремонта экскаватора с каждой машиной высылается техническая документация: паспорт экскаватора; чертежи общих видов, узлов и основных деталей, электрические схемы, инструкции по эксплуатации механических узлов, а также по наладке и эксплуатации электрооборудования экскаватора; паспорта на воздухосборник, компрессор и другие покупные изделия (прилагают заводы-поставщики).

ОРГАНИЗАЦИЯ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ МОНТАЖА

Монтаж экскаватора производят специализированные монтажные организации, однако монтаж может выполнять предприятие, которое будет в дальнейшем эксплуатировать экскаватор.

Для правильного и качественного монтажа и наладки экскаватора рекомендуется привлекать шеф-инженера с завода-изготовителя.

Для производства монтажа подбирается сухая и ровная площадка размером 20×40 *м*, расположенная на расстоянии не более 0,8—1,0 *км* от места работы экскаватора. Вблизи монтажной площадки не должно быть воздушной электролинии. К площадке должна подходить грунтовая дорога для подъезда автомашин с материалами, подъемных кранов и другого оборудования, а также должна быть проложена трасса для перегонки экскаватора к забою. Для защиты оборудования экскаватора от атмосферных осадков необходимо построить навес, а для хранения инструмента и приспособлений должен быть предусмотрен склад.

Для изготовления клеток, стоек, щитов и настила под оборудование, на монтажную площадку завозят шпалы или брусья в количестве 120—150 шт., горбыль или доски в количестве около 1,0 $м^3$. Заранее на монтажную площадку доставляется необходимый инструмент, подъемные приспособления, набор канатов для стропов, дрель, наждак, электросварочная и газосварочная аппаратура, промывочные жидкости, посуда для обеспечения промывки, смазочные и обтирочные материалы, а также балласт или металлолом для загрузки корпуса противовеса экскаватора. Проводится освещение и подводится электрическое питание для экскаватора.

Для разгрузки и монтажа узлов экскаватора желательно иметь кран на железнодорожном или гусеничном ходу грузоподъемностью не менее 45 *т*, или два крана грузоподъемностью по 25 *т* каждый. При отсутствии кранов могут быть использованы экскаваторы соответствующей мощности или домкраты, тали, лебедки и тракторы. Мелкие узлы желательно поднимать автокраном грузоподъемностью 3—5 *т*.

Подвезенные на монтажную площадку узлы экскаватора разгружаются на подготовленный настил и шпальные клетки. Узлы раскладываются на площадке в положении, удобном для монтажа. На рис. 90 показано примерное расположение узлов экскаватора на монтажной площадке при наличии кранов. Вдоль монтажной площадки раскладываются корпус противовеса *1*, поворотная платформа *2* с механизмами, детали кузова *3*, двуногая стойка *4*, несколько далее — нижняя рама *12*, правая *5* и левая *13* гусеничные рамы, натяжная ось *11*, стрела *10*, правая *6* и левая *15* гусеничные цепи, правая *7* и левая *9* площадки платформы, рукоять *8* с ковшом, затем — ящики *14* и *16* с электрооборудованием, отдельными деталями и запчастями. При отсутствии кранов расположение оборудования изменится в соответствии с технологией монтажа.

При разгрузке следует соблюдать осторожность, чтобы не повредить узлы; сбрасывать узлы и ящики с деталями нельзя. Вскрытие ящиков и упаковки следует производить по ходу мон-

тажа. Электрооборудование, аппаратура управления и другое оборудование, не допускающее воздействия атмосферных осадков, должно быть помещено под навес.

Для монтажа экскаватора создается бригада из слесарей, механиков и электриков. В монтажную бригаду рекомендуется включать персонал, который будет работать на экскаваторе после монтажа. Монтажная бригада работает по заранее составленному графику. Перед монтажом необходимо ознакомиться с конструк-

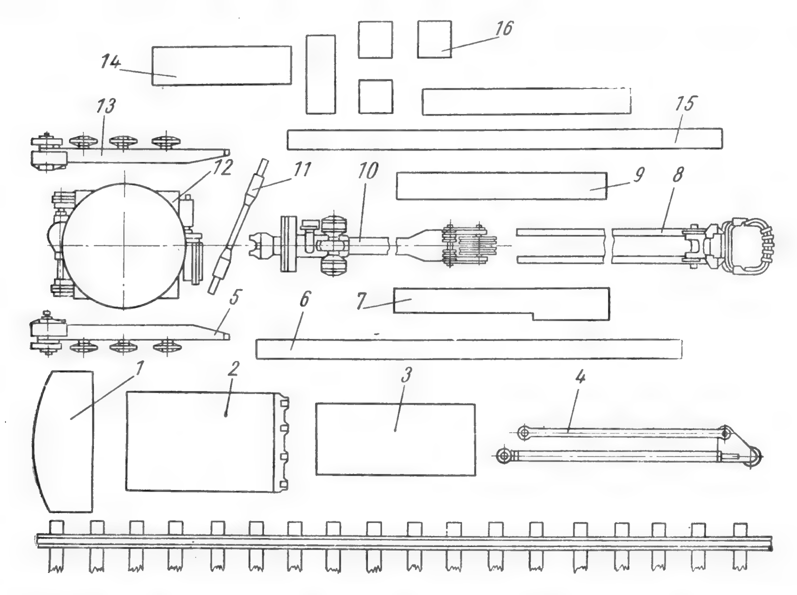


Рис. 90. Схема расположения узлов экскаватора на монтажной площадке

цией экскаватора по технической документации, присланной с машиной, так как ввиду непрерывного совершенствования конструкции отдельные узлы могут измениться.

В период монтажа производится расконсервация всех редукторов, электрических машин и панели, а также других узлов. Особо следует обратить внимание на ревизию масляных насосов поворотных редукторов, подшипников качения всех узлов и закрытых зубчатых передач. После расконсервации следует произвести смазку согласно картам смазок.

Монтаж экскаватора может производиться в следующей последовательности.

Нижнюю раму устанавливают на шпальную клетку или поднимают домкратами на высоту, позволяющую установить гусеничные рамы с колесами и подвести под них гусеничные цепи. Гусеничные рамы подводят краном и закрепляют болтами и замковым соединением с нижней рамой. Затем производят сборку муфт

переключения гусениц и гидросистемы управления, а также устанавливают натяжную ось и натяжные колеса. Далее при помощи лебедки или трактора под колеса гусеничного хода подтягивают гусеничные цепи, на которые опускают нижнюю раму. После этого гусеничные цепи соединяют. На верх нижней рамы устанавливают роликовый круг. Производят монтаж электропроводов и электроаппаратуры.

Поворотную платформу с механизмами устанавливают на ходовую тележку с помощью крана. При отсутствии крана необходимой грузоподъемности поворотную платформу поднимают домкратами на шпальные клетки и подводят под нее ходовую тележку тракторами или лебедками. После установки платформы на ходовую тележку заводят центральную цапфу и закрепляют ее гайкой. Затем производят монтаж низковольтного токоприемника, боковых площадок и корпуса противовеса, под который устанавливают шпальную клетку. В корпус противовеса загружают балласт и на него устанавливают преобразовательный агрегат. Далее на поворотной платформе монтируют двуногую стойку, пневмосистему, станции централизованной смазки, кабину машиниста, электрооборудование, кузов и шланги с электропроводами.

Стрелу поднимают при помощи крана или домкратов до уровня передней балки платформы (головная часть стрелы должна быть несколько выше пят) и соединяют пяты с проушинами платформы. Затем под стрелой выкладывают шпальную клетку и производят монтаж напорного механизма, механизма открывания ковша и электрооборудования.

Далее производят наладку электрооборудования, заливку масла в редукторы механизмов, компрессор и гидросистему, а также смазку зубчатых передач, подшипников и поверхностей трения.

Затем включают в работу пневмосистему и гидросистему и проверяют их действие, прокручивают механизмы подъемной лебедки, стреловой лебедки и напора.

После этого протаскивают стреловой канат через блоки полиспаста и закрепляют один конец на барабане стреловой лебедки, другой в коуше на двуногой стойке посредством клиньев; навешивают подъемный канат на головные блоки стрелы (петля свешивается с блоков вниз, а концы временно закрепляются на платформе); включают стреловую лебедку и поднимают стрелу под 45° к горизонту; закрепляют боковые тяги стрелы, убирают все шпальные клетки; запасовывают подъемный канат на барабане подъемной лебедки и на блоке коромысла ковша; заводят рукоять в седловые подшипники и закрепляют задние упоры.

Далее производят прокрутку механизмов вхолостую, наладку электропривода и подготовку экскаватора к пуску. После монтажа производится необходимая подкраска узлов.

При подготовке экскаватора к пуску необходимо отрегулировать:

тормоза подъемной лебедки, поворотных механизмов, стреловой лебедки, напорного механизма, а также механизма хода;

осевой люфт в центральной цапфе;

натяжение гусеничных цепей;

муфту предельного момента напорного механизма;

действие пневмосистемы и гидросистемы;

зазоры в седловых подшипниках между ползунами и балками рукояти;

механизм ограничения хода рукояти;

механизм открывания днища ковша и механизм торможения;

натяжение боковых тяг стрелы;

действие системы централизованной смазки.

ИСПЫТАНИЕ И ОБКАТКА ЭКСКАВАТОРА ПОСЛЕ МОНТАЖА

После регулирования механизмов экскаватор подвергают предварительному испытанию: механизмы подъемной лебедки, напора и поворота, а также механизмы хода обкатываются без нагрузки в течение 2 *ч*. Зубчатые передачи, подшипники качения должны работать без повышенного шума и стука, а также без значительного повышения температуры узлов. В этот период проверяют поступление смазки к передачам и подшипникам; производят неоднократное включение и отключение пневмосистемы и гидросистемы и проверяют действие механизмов; проверяют уравновешенность вращающейся части экскаватора (при груженом ковше и полностью выдвинутой рукояти не должно быть отставания рельса поворотной платформы от роликового круга; если это имеет место, следует догрузить корпус противовеса).

Затем экскаватор переводят в обычные условия работы, где он проходит испытание в течение 4 *ч* и сдается в эксплуатацию. Для лучшей приработки зубчатых передач и других деталей и увеличения срока их службы рекомендуется в течение месяца эксплуатировать экскаватор на легких грунтах — отвале, после чего произвести крепежный осмотр, регулирование и смену смазки в редукторах и масляных ваннах.

Глава V

РЕМОНТ ЭКСКАВАТОРА

ВИДЫ РЕМОНТОВ И ИХ ОБЪЕМ

В целях предупреждения прогрессивного нарастания износа, исключения поломок и преждевременного выхода из строя деталей и узлов эскаватора, а также для поддержания его в постоянной эксплуатационной готовности и обеспечения его производительной и безопасной работы производится планово-предупредительный ремонт. Он состоит из циклически повторяющихся организационных и технических мероприятий, предусматривающих выполнение планированных во времени профилактических работ по осмотру, уходу и устранению неисправностей, а также ремонтов, восстанавливающих работоспособность экскаватора.

Различают следующие виды планово-предупредительного ремонта (ППР):

1) межремонтное техническое обслуживание: ежедневные и периодические ремонтные осмотры;

2) плановые ремонты, которые состоят из текущих ремонтов (T_1, T_2, T_3), годовых наладок и ревизий (НРГ) и капитальных ремонтов (К).

Текущий ремонт — это ремонт, при котором производится замена небольшого количества изношенных деталей и регулирование механизмов для обеспечения нормальной эксплуатации до очередного планового ремонта. Текущий ремонт производится один раз в полгода.

Наладка и ревизия заключаются в осмотре и испытании оборудования экскаватора с выявлением и устранением неполадок, а также установления оптимального режима работы машины. Наладка и ревизия проводятся один раз в год на месте работы экскаватора и выполняются силами лабораторий и бригадами электроремонтных цехов. Наладку и ревизию рекомендуется производить совместно с текущим ремонтом.

Капитальный ремонт экскаватора предназначен для полного восстановления работоспособности механизмов на период ремонтного цикла (период между двумя капитальными ремонтами). При

капитальном ремонте производится полная разборка узлов с целью восстановления базовых деталей и замены или восстановления всех деталей, вышедших из пределов точности, предусмотренных чертежами, а также производится сборка, наладка и испытание под нагрузкой.

Капитальный ремонт рекомендуется производить методом агрегатно-узлового ремонта, при котором на экскаватор взамен изношенных устанавливают новые или заранее отремонтированные узлы. Капитальный ремонт может производиться также индивидуальным методом, при котором все снятые и отремонтированные детали и узлы устанавливаются на эту же машину.

Ремонтный цикл (период между двумя капитальными ремонтами) зависит от отработанного экскаватором времени и выполненного объема работ, горногеологических и климатических условий, а также от соблюдения Правил эксплуатации и ухода за машиной и может колебаться в пределах от 4,5 до 5,5 лет. Больший срок назначается для новых машин и меньший — для последующих ремонтных циклов.

Ниже, в табл. 18 приведены ориентировочные объемы работ текущего и капитального ремонтов. Объем ремонтных работ в каждом отдельном случае может изменяться и зависит от технического состояния узлов и деталей экскаватора. Так, некоторые виды работ при текущем ремонте могут выполняться через очередной ремонт, а также через два на третий, что устанавливается при дефектации узлов.

Таблица 18

Ремонтные нормативы для экскаваторов типа ЭКГ-4

Нормативы	Виды ремонта					
	К	НРГ	$Т_3$	$Т_2$	$Т_1$	РО
Длительность промежутка между ремонтами в *ч*	35 560	8640	17 280	8640	4320	720
Длительность простоев в ремонте в *ч*	600	100	150	105	65	30
Число ремонтов за ремонтный цикл	1	4	1	2	4	40
Затрата труда в человекочасах	6196	200	2472	1420	856	420
В том числе на станочные работы	960	—	540	160	100	—

Текущий ремонт

Ковш. Заменить зубья ковша, втулки и пальцы соединений ковша с рукоятью, днищем и коромыслом; детали механизма засова, тормозные обкладки механизма торможения. Отремонтировать переднюю и заднюю стенки ковша, днище ковша, засов днища,

детали механизма торможения днища. Отрегулировать ход засова и механизма торможения днища.

Рукоять. Заменить втулки и пальцы тяг ковша, болты крепления упоров и соединений. Отремонтировать балки рукояти.

Стрела. Проверить состояние металлоконструкции и при необходимости отремонтировать. Заменить деревянные брусья амортизаторов стрелы. Разобрать и произвести ревизию напорного механизма, изношенные детали заменить; отремонтировать или заменить детали тормоза и фрикционной предохранительной муфты. Затянуть все болтовые крепления. Проверить состояние головных блоков, блоков подвески стрелы, а также установки направляющих роликов. Закрепить детали установки вентилятора двигателя напора. Отремонтировать перила, площадку и лестницы на стреле. Заменить износившиеся пальцы соединения пят стрелы и боковых оттяжек с платформой. Проверить и отремонтировать детали механизма открывания ковша. Отрегулировать натяжение боковых оттяжек стрелы, тормоз, фрикционную предохранительную муфту, механизм открывания днища ковша, механизм ограничения хода рукояти, зазоры между балками рукояти и седловыми подшипниками.

Поворотная платформа. Проверить состояние металлоконструкций поворотной рамы и противовеса, при необходимости отремонтировать. Затянуть болтовые крепления.

Кузов. Проверить герметичность стыковых соединений панелей и подтянуть болтовые крепления. Осмотреть вентиляцию.

Кабина машиниста. Заменить непригодные стекла. Закрепить внутреннюю обшивку. Отремонтировать сиденье машиниста.

Подъемная лебедка. Произвести ревизию редуктора и открытой зубчатой пары, износившиеся детали заменить. Проверить и отремонтировать детали тормоза. Проверить состояние резиновых дисков эластичной муфты и эластичных сухарей промежуточной муфты, при необходимости заменить детали соединительных муфт. Подтянуть крепление стоек и редуктора, а также крышек подшипников; проверить крепление барабана к зубчатому колесу, ослабевшие болты затянуть. Заменить изношенный подъемный канат. Отремонтировать ограждения механизмов. Отрегулировать тормоз подъемной лебедки. Проверить крепление установки вентилятора двигателя подъема.

Стреловая лебедка. Произвести ревизию червячного редуктора. Проверить состояние деталей тормоза. Проверить крепление и состояние каната, при необходимости заменить. Подтянуть болтовые крепления и соединения. Проверить состояние звездочек и втулочно-роликовой цепи.

Двуногая стойка. Проверить состояние всех пальцев, коуша и серьги, изношенные детали заменить. Проверить состояние металлоконструкций передней стойки и оттяжек. Проверить крепле-

ние оси блоков, непригодные детали заменить. Осмотреть канат; в случае недопустимого износа заменить.

Поворотный механизм. Произвести ревизию редуктора поворота, изношенные детали заменить. Проверить работу масляного насоса. Проверить и отремонтировать детали тормоза. Проверить состояние установки вентилятора на двигателе поворота. Подтянуть крепления редуктора, вентилятора и тормоза. Отрегулировать тормоз поворотного механизма.

Центральная цапфа. Проверить состояние креплений цапфы и гайки, изношенные детали заменить. Отрегулировать осевой зазор в центральной цапфе.

Пневматическая система. Произвести ревизию компрессора, изношенные детали заменить. Проверить состояние и действие пневмораспределителей, обратного и предохранительного клапанов, реле давления, пневматического сигнала и манометров, при необходимости отрегулировать. Очистить от грязи воздухосборник, воздушный и масляный фильтры. Проверить герметичность всех соединений воздухопровода и устранить утечки сжатого воздуха. Проверить действие пневмосистемы.

Нижняя рама. Проверить состояние металлоконструкции, обнаруженные трещины заварить.

Роликовый круг. Проверить состояние сварочных швов крепления рельсов к поворотной раме и зубчатому венцу, швы с трещинами удалить и рельсы приварить вновь. Осмотреть ролики, оси и их крепления, при необходимости подтянуть болтовые соединения.

Ходовой механизм. Произвести ревизию зубчатых зацеплений. Проверить состояние деталей тормоза, при необходимости отремонтировать и отрегулировать тормоз; проверить действие муфт переключения гусениц. Подтянуть болтовые соединения. Проверить состояние соединительной эластичной муфты, при необходимости заменить резиновые диски.

Гусеничный ход. Произвести ревизию бортовой передачи и подшипниковых опор. Проверить состояние опорных, натяжных и ведущих колес, а также подшипников скольжения и уплотнений, при необходимости отремонтировать или заменить износившиеся детали. Подтянуть болтовые и клиновые соединения гусеничных рам. Проверить состояние гусеничных траков и пальцев, изношенные пальцы заменить. Отрегулировать гусеничные цепи.

Гидравлическая система. Произвести ревизию насосной установки. Очистить от грязи бак и фильтр, а также другие детали гидросистемы. Осмотреть золотники и цилиндры, дефектные уплотнения и манжеты заменить. Сменить рабочую жидкость и отрегулировать гидросистему. Подтянуть все соединения трубопровода Проверить действие гидросистемы.

Смазочная аппаратура и смазка. Проверить состояние и действие смазочных станций и смазочных приборов, изношенные де-

тали заменить. Все масляные ванны промыть и заполнить свежей смазкой, а также смазать все точки в соответствии с картами смазки.

После окончания текущего ремонта производится проверка действия подъемной лебедки, механизмов напора, поворота и хода, а также действие тормозов всех механизмов и систем управления.

Капитальный ремонт

Ковш. Выполнить работы текущего ремонта. Отремонтировать или заменить переднюю и заднюю стенки ковша, а также днище.

Рукоять. Выполнить работы текущего ремонта. Отремонтировать металлоконструкции рукояти. Заменить кремальерные рейки и концевые упоры.

Стрела. Выполнить работы текущего ремонта. Отремонтировать металлоконструкцию стрелы. Отремонтировать или заменить пяты и напорную плиту. Заменить промежуточный вал, кремальерные и моторную шестерни. Отремонтировать или заменить напорную ось, ось головных блоков, а также ось блоков подвески стрелы. Заменить бронзовые втулки и шайбы напорного механизма. Отремонтировать или заменить все шкивы и блоки. Заменить изношенные подшипники качения, отремонтировать седловые подшипники.

Поворотная платформа. Произвести ремонт расточек и проушин поворотной рамы. Отремонтировать металлоконструкции поворотной платформы (рамы, площадки, противовес). Заменить крепежные и соединительные детали. Исправить отверстия для болтовых соединений и креплений.

Подъемная лебедка. Выполнить работы текущего ремонта. Отремонтировать корпусные детали. Заменить износившиеся валы, оси, шестерни, шкивы, полумуфты, а также подшипники качения. Отремонтировать барабан и зубчатое колесо.

Стреловая лебедка. Выполнить работы текущего ремонта. Отремонтировать или заменить корпус, червяк и червячное колесо, барабан и ось барабана, звездочки и втулочно-роликовую цепь, а также детали тормоза.

Двуногая стойка. Отремонтировать проушины передней стойки и задних оттяжек, произвести необходимый ремонт металлоконструкций. Заменить оси, валики, блоки, серьгу, коуш и клин. Заменить канат полиспаста. Отремонтировать расточки обоймы горизонтального блока.

Поворотный механизм. Выполнить работы текущего ремонта. Произвести ремонт корпуса и крышки редуктора. Заменить уплотнения. Заменить шарикоподшипники опор валов. Отремонтировать установку вентилятора двигателя.

Центральная цапфа. Выполнить работы текущего ремонта. Отремонтировать или заменить цапфу. Заменить гайку, сферическую шайбу, втулки для токоприемника.

Кузов. Отремонтировать панели кровли и стен, двери, фермы, площадки, лестницы, а также вентиляцию.

Кабина машиниста. Произвести ремонт остекления, внутренней обшивки и дверей кабины. Отремонтировать каркас и подушки кресла машиниста и сиденья помощника машиниста. Заменить воздухопроводы и электропроводку. Отремонтировать вентилятор и обогреватели стекол.

Пневматическая система. Произвести ремонт компрессорной установки. Заменить износившиеся шланги, трубопроводы и соединительную арматуру. Отремонтировать воздухосборник и сменить предохранительный клапан и манометры. Произвести ремонт или замену пневмораспределителей, обратного клапана, реле давления, пневмосигнала и крана для пневмосигнала; отрегулировать и проверить действие аппаратов пневмосистемы.

Нижняя рама. Отремонтировать металлоконструкцию рамы. Произвести исправление расточек подшипников и втулки, отверстий для крепления зубчатого венца и гусеничных рам, а также привалочных и опорных плоскостей, соприкасающихся с гусеничными рамами. Заменить все втулки и арматуру подводки смазки к ним.

Роликовый круг. Произвести замену верхнего и нижнего рельса, роликов и осей роликов, наружной и внутренней обойм, смазочной аппаратуры.

Ходовой механизм. Произвести ревизию и необходимый ремонт редуктора хода, муфт переключения гусениц, тормоза хода и соединительной эластичной муфты. Заменить подшипники, уплотнения, резиновые диски, шайбы, втулки, пальцы и крепежные детали. Отремонтировать корпус и крышку редуктора.

Гусеничный ход. Выполнить работы текущего ремонта. Отремонтировать гусеничные рамы. Заменить или отремонтировать опорные оси, натяжную ось, а также натяжные, опорные и ведущие колеса. Заменить втулки опор бортовой передачи и втулки опорных и натяжных колес. Произвести частичную замену гусеничных траков. Заменить пальцы гусеничных цепей и пальцы крепления опорных осей. Заменить детали болтового крепления и клинья.

Гидравлическая система. Заменить насосную установку. Отремонтировать или заменить золотники. Произвести замену гидроцилиндров и редукционного клапана. Отремонтировать бак. Заменить износившиеся шланги, трубопроводы и соединительную арматуру, а также уплотнения. Произвести регулирование и испытание гидросистемы.

Смазочная аппаратура и смазка. Произвести ремонт всей смазочной аппаратуры. Все точки смазки заправить смазкой в соответствии с картами смазки.

Ремонтные нормативы

Положение о планово-предупредительном ремонте оборудования и транспортных средств угольной и горнорудной промышленности (издание «Недра», 1965) предусматривает для экскаваторов типа ЭКГ-4 ремонтные нормативы, указанные в табл. 18.

Структура ремонтного цикла предусматривается следующая: К—РО—РО—РО—РО—РО—$Т_1$—РО—РО—РО—РО—РО—($Т_2$ + + НРГ)—РО—РО—РО—РО—РО—$Т_1$—РО—РО—РО—РО—РО—($Т_3$ + НРГ)—РО—РО—РО—РО—РО—$Т_1$—РО—РО—РО—РО—РО— ($Т_2$+НРГ) —РО—РО—РО—РО—РО—$Т_1$—РО—РО—РО—РО—РО—(К+НРГ).

Перечень заменяемых и восстанавливаемых ремонтом узлов и деталей, перечень подшипников качения и других комплектующих узлов экскаваторов ЭКГ-4,6А и ЭКГ-4,6Б даны в прилож. II.

РЕМОНТ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ ЭКСКАВАТОРА

Ремонт экскаватора производится на заранее подготовленной площадке шириной 20 *м* и длиной 40 *м*, которая должна иметь дорогу для подъезда грузоподъемных и транспортных средств. На площадку доставляется необходимый инструмент и материалы.

Механизмы экскаватора, подлежащие ремонту, разбирают. Разборка должна производиться способами и инструментами, обеспечивающими сохранность деталей. Для разъединения годных деталей используют прессы и специальные съемники. Кувалды могут быть использованы только в случаях, исключающих повреждение деталей, с применением подкладок. В исключительных случаях производят резку и разрушение дефектных деталей. Разобранные детали очищают от грязи и масла, промывают, протирают и проверяют на пригодность. На основании установленных дефектов намечается вид и технология ремонта узлов и деталей.

Ремонт рабочего оборудования

Ковш и рукоять. Для ремонта рукоять и ковш необходимо снять. Это может быть выполнено следующим образом: рукоять выдвигают вперед и опускают ковш на землю, затем снимают верхние упоры на рукояти и ослабляют подъемный канат. Далее между провисшим канатом и балками рукояти (с нижней стороны) закладывают две шпалы. После этого, отъезжая назад и опуская подъемный канат, выводят балки из седловых подшипников и кладут рукоять на землю. Затем, выбив палец из обоймы с блоком коромысла ковша, освобождают подъемный канат и, выбив пальцы, соединяющие ковш с рукоятью и тягами при помощи крана, рассоединяют ковш и рукоять. После этого узлы и детали осматривают и производят ремонт.

Отдельные несквозные трещины в передней стенке ковша заваривают аустенитными электродами. При износе отдельных мест передней стенки более 85% от толщины, а также при наличии значительных продольных сквозных трещин, стенку следует заменить. Трещины в задней стенке заваривают электросваркой, изношенные проушины исправляют заваркой с последующей механической обработкой до чертежного размера. В днище ковша отдельные не-

сквозные трещины заваривают аустенитными электродами. Петли днища, имеющие поперечные трещины, заменяют.

Зубья ковша, изношенные в пределах 10—20% длины рабочей части, исправляют наваркой твердым сплавом «сормайт-1». Изношенный конец засова также наплавляется этим сплавом. Коромысло ковша, имеющее изношенные проушины или сквозные трещины, подлежит замене. Втулки проушин задней стенки, а также тяг ковша, имеющие значительный износ или ослабленную посадку, заменяют новыми.

Для замены передней или задней стенок ковша необходимо выплавить соединительные пробки при помощи электродуги (центральная часть пробки может быть вырезана).

При резке огнем необходимо следить за тем, чтобы не прожечь слишком больших отверстий и не увеличить излишне угол фаски этих отверстий под сварочный шов. Поверхность фасок должна быть зачищена до металлического блеска. Перед установкой новой стенки следует предварительно проверить сопрягающиеся размеры по привалочным плоскостям. При несовпадении отверстий передней и задней стенок допускается подрезка отверстий в задней стенке до 10—15 *мм* и наплавка противоположной стороны отверстий.

Подрезка и наплавка отверстий в передней стенке, отлитой из высокомарганцовистой стали, недопустима, так как может вызвать трещины.

Соединительные пробки должны иметь форму согласно заводскому чертежу и размеры, обеспечивающие зазор между пробкой и отверстиями стенок не более 2—3 *мм* на сторону. Приварку пробок к передней стенке производят обязательно аустенитными электродами. Со стороны задней стенки заварка производится качественными электродами с толстой обмазкой.

Рукоять ковша, имеющая трещины в швах и элементах, ремонтируют посредством электросварки. Трещины в концевой отливке (на экскаваторах ЭКГ-4,6А) заваривают с наложением усиливающих полос и ребер. Изношенные пазы для соединения с балками исправляют наплавкой с последующей механической обработкой в соответствии с чертежами.

Отверстия, имеющие износ в пределах 3 *мм*, могут быть расточены на больший размер с изготовлением сопрягаемых деталей (втулок, пальцев и т. п.) также увеличенных размеров. При износе более 3 *мм* отверстия подваривают и растачивают на требуемый размер.

При износе зубьев реек (наименьший допустимый размер вершины зуба 10—12 *мм*) они должны быть заменены новыми. Новые секции реек перед установкой на балки должны быть сварены между собой, чтобы исключить концентраторы напряжений и увеличить срок службы балок. При сварке реек должен быть выдержан шаг между зубьями, равный 75,4 *мм*, допустимое отклоне-

ние ± 2 *мм*. Зубья реек на одной балке должны быть соосны с зубьями реек на другой балке и препендикулярны общей оси рукояти. Кроме того, правильность установки реек на рукояти необходимо проверить по диагональным размерам. Разность диагональных размеров (на длине 30 шагов зубьев) не должна быть более 8 *мм*. Для приварок реек используют электроды Э-50А (ГОСТ 9467—60), а также аустенитные электроды ЭА1 и ЭА2 (ГОСТ 10052—62).

Стрела. Для ремонта стрелу опускают на шпальную клетку или насыпь при помощи стреловой лебедки. Под корпусом противовеса должна быть выложена шпальная клетка. Стреловой канат распасовывается и снимается с блоков. Удаляются валики, соединяющие пяты и боковые тяги стрелы с платформой. Стрела отнимается краном от поворотной платформы. Далее производят разборку напорного механизма, установку головных блоков и блоков подвески стрелы, а также установку направляющих роликов. Затем детали чистят, проверяют и ремонтируют.

Все трещины в листах, пятах, напорной плите, а также в швах, соединяющих элементы корпуса стрелы, должны быть разделаны и заварены электросваркой. Изношенные отверстия под оси и валы в напорной плите и голове стрелы могут быть восстановлены наплавкой с последующей расточкой в соответствии с чертежами. При повторных ремонтах плиту напорного механизма, имеющую значительные дефекты, заменяют новой. Для этого сварочные швы сплавляют, плиту отрывают с помощью клиньев и снимают краном. Старые швы полностью зачищают. Новую плиту устанавливают комплектно с крышками подшипников промежуточного вала и кожухом напорного колеса. Перед приваркой плиту выверяют относительно стрелы и фиксируют. Сварку производят электродами Э-50А. Наружные поверхности пят стрелы при износе наплавляют электросваркой с последующей зачисткой абразивом. При ослабленной посадке втулок в отверстиях седловых подшипников отверстия растачивают на больший диаметр и изготовляют соответствующие втулки с бо́льшими наружными размерами.

Кремальерные шестерни, имеющие износ зубьев более 30% толщины, а также изломанные зубья, заменяют новыми. При замене следует обеспечить соосность зубьев шестерен, сидящих на концах напорного вала. Для этого риски на торцах кремальерных шестерен совмещают с закерненными шлицами напорного вала.

Ремонт механизмов на поворотной платформе

Для ремонта механизмов на поворотной платформе разбирают кузов. Все детали кузова размещают, ремонтируют и складывают в порядке сборки.

Двуногая стойка. Для ремонта двуногой стойки (двуноги) опускают стрелу и распасовывают стреловой канат, затем, поддерживая стойку краном, выбивают четыре валика, соединяющие ее с поворотной платформой. После этого краном снимают дву-

ногу с платформы и разбирают установку блоков на оси. Затем проверяют состояние деталей и производят их необходимый ремонт или замену. В передней стойке двуноги заваривают все трещины. Задние оттяжки, имеющие трещины, заменяют новыми. Изношенные отверстия в передней стойке, задних оттяжках и обойме наплавляют электросваркой и растачивают до требуемого размера.

Поворотная платформа. В поворотной платформе производят ремонт площадок, средней части рамы и корпуса противовеса. Трещины в элементах средней части рамы должны быть разделаны и заварены качественными электродами. Швы, имеющие трещины, удаляют и взамен накладывают новые. Изношенное отверстие в центральном кронштейне растачивают на больший диаметр и соответственно изготовляют центральную цапфу большего диаметра. Отверстия в ступицах для поворотных редукторов, имеющие эллипсность или конусность, растачивают на 5—6 *мм*, наплавляют электросваркой и затем растачивают согласно размерам чертежа. Износ болтовых отверстий, предназначенных для соединения с корпусом противовеса, исправляют совместной разверткой на больший диаметр и соответственно изготовляют болты большего размера. Листы корпуса противовеса выправляют, трещины заваривают, при необходимости производится усиление приваркой накладок.

Центральная цапфа. Гайку центральной цапфы отвертывают при помощи поворотных механизмов на действующем экскаваторе. Для этого снимают стопорные планки крепления гайки и стопорят ее специальным стержнем через отверстия в ребрах нижней рамы, затем включают поворот платформы влево и, осторожно вращая, свинчивают гайку.

Для выемки центральной цапфы необходимо снять установку барабана подъемной лебедки, выложить шпальную клетку под ходовой тележкой для стотонного домкрата и при его помощи выпрессовать цапфу. После этого цапфу вынимают краном и проверяют ее состояние. Трещины или излом фланца цапфы не допускаются, она должна быть в этом случае заменена новой. Сорванная или изношенная резьба на цапфе может быть исправлена нарезкой резьбы меньшего диаметра с изготовлением новой гайки. В нижней раме проверяют состояние втулки для цапфы.

Лебедка для подъема стрелы. Для ремонта лебедку снимают с экскаватора следующим образом: предварительно сливают масло из червячного редуктора; затем прикрепляют лебедку к платформе за барабан при помощи двух канатов, снимают с оси барабана стопорную планку, смещают ось барабана на 125—150 *мм* в сторону червячного редуктора и отвертывают болты, крепящие редуктор и кронштейн к платформе. После этого лебедку постепенно опускают вниз на канатах; при этом следует сдвигать ее в сторону корпуса противовеса. Далее снимается звездочка, тормозная лента

и тормозной шкив, затем вынимается ось барабана, открепляется масляная ванна и вынимаются червячное колесо, червяк и втулки. Производится очистка деталей и дефектация.

Корпус редуктора и масляная ванна, имеющие сквозные трещины, заменяют новыми, отдельные несквозные трещины заваривают специальными электродами. Червяк и червячное колесо, имеющие износ зубьев более 20% толщины, следует заменить новыми. При износе отверстий под ось в барабане необходимо расточить их на 20—25 *мм* больше и установить бронзовые втулки. Изношенные отверстия под втулки червячного вала в корпусе редуктора растачивают на больший размер с изготовлением соответствующих им втулок.

Сборку деталей и установку лебедки производят в порядке, обратном разборке и демонтажу.

Ремонт ходовой тележки

Обнаруженные трещины в элементах нижней рамы следует разделать и заварить электродами Э-50А. Башмаки для замкового соединения с гусеничными рамами, имеющие смятый или сломанный зуб, необходимо срезать и приварить новые, изготовленные с требуемыми размерами. Болты для крепления гусеничных рам и зубчатого венца, имеющие ослабленную посадку, заменяют новыми; при значительном износе отверстий необходимо их развернуть на больший диаметр с изготовлением болтов и втулок (для крепления венца) с бо́льшим диаметром, соответствующим новым отверстиям. Изношенное отверстие под втулку центральной цапфы следует исправить расточкой на больший размер и изготовить новую втулку с наружным диаметром, обеспечивающим прессовую посадку.

Зубчатый венец, имеющий износ зубьев более 40—45% толщины или значительные трещины, заменяют новым. При замене венца необходимо обеспечить его центрирование. Разность зазоров между центрирующим выступом венца и центрирующей поверхностью нижней рамы допускается не более 0,3 *мм*. После этого производят развертывание отверстий для крепления венца. Гусеничные рамы со сломанными замками, имеющие значительные трещины в окнах натяжной оси, а также в картере, заменяют новыми. При замене гусеничной рамы производят совместное с нижней рамой растачивание новых отверстий для крепления, так как старые могут не совпадать. Несквозные трещины в гусеничных рамах, а также изношенные отверстия под оси, исправляют электросваркой.

При необходимости замены гусеничного звена экскаватор следует поставить в такое положение, чтобы дефектное звено оказалось между натяжным и опорным колесом в верхней ветви гусеничной цепи. Конец цепи, идущий к ведущему колесу, необходимо прикрепить к тележке, чтобы предупредить спадание. Далее следует

натянуть гусеничную цепь, снять кронштейн и вынуть все прокладки. После этого подвинуть натяжную ось с колесами к нижней раме, ослабив таким образом гусеничную цепь. Затем заменить дефектное звено и произвести натяжение гусеничной цепи.

Для замены опорного колеса необходимо наехать ведущими звездочками на шпалу или установить экскаватор дефектным колесом над углублением, достаточным для провисания нижней ветви цепи и вывода колеса из кулачков звеньев. Затем нужно ослабить гусеничную цепь, приподнять (талью или рычагом) верхнюю ветвь гусеничной цепи и заменить дефектное колесо. Для замены натяжных и ведущих колес следует наехать опорными колесами на шпальный настил так, чтобы натяжные и ведущие колеса были на весу. Далее гусеничные цепи рассоединяют и заменяют колеса.

Опорные и натяжные колеса с раскатанными свыше нормы ободами могут быть проточены на станке на один размер. Ведущие звездочки, имеющие изношенные кулачки, необходимо наплавить электросваркой с последующей зачисткой. Изношенные кулачки муфт переключения гусениц исправляют наплавкой электросваркой и зачищают.

Для выемки зубчатой пары бортовых редукторов гусеничных рам необходимо разобрать муфты переключения гусениц, расцепить гусеничные цепи, снять крышки картеров и, поддерживая шестерню и зубчатое колесо, вынуть шлицевый вал шестерни и вал ведущей звездочки (выемка валов производится наружу); затем вынимают шестерню и зубчатое колесо.

После ремонта или замены опорных, натяжных и ведущих колес, а также бортовых зубчатых передач, должны быть натянуты гусеничные цепи.

В роликовом круге ролики, имеющие задранные и изношенные поверхности качения, восстанавливают проточкой на меньший размер всего комплекта. Ролики, имеющие трещины и изношенные бурты, заменяют новыми. Для замены отдельных роликов роликового круга необходимо дефектный ролик расположить под проемом в нижнем листе поворотной платформы, затем снять соответствующую секцию внутренней обоймы роликового круга, вынуть ось и заменить ролик. После этого обойму установить на место.

При замене всего роликового круга или рельса поворотную платформу поднимают домкратами на 300—350 *мм*. Для этого два стотонных домкрата устанавливают со стороны противовеса и один двухсоттонный домкрат — со стороны стрелы. Затем роликовый круг разбирают. Сварочные швы опорных рельсов сплавляют электрической дугой. С помощью клиньев опорные рельсы отрывают. Место под рельс зачищают наждаком. Новые рельсы прижимают четырьмя домкратами высотой 250—300 *мм* и приваривают аустенитовыми электродами или электродами Э-50А с местным подогревом. После этого устанавливают ролики и собирают обоймы. На собранный роликовый круг опускают платформу.

Трещины на стойках подъемной лебедки, корпусах редукторов поворотных механизмов и ходового редуктора могут быть исправлены электросваркой. Отверстия под подшипники, имеющие износ, исправляют металлизацией, а также наплавкой электросваркой с последующей механической обработкой до чертежного размера. Перед наплавкой отверстия должны быть расточены на больший размер.

Изношенные отверстия под подшипники качения в ступицах корпуса подъемного редуктора могут быть восстановлены путем расточки отверстий больше на 18—22 *мм* и запрессовки втулок с окончательно изготовленными отверстиями под подшипники или с припуском для обработки после запрессовки. Отверстия в основаниях стоек и корпусов редукторов, имеющие ослабленную посадку плотных болтов, развертывают на больший размер с изготовлением болтов, соответствующих им.

Барабаны подъемной и стреловой лебедки, имеющие износ ручьев для канатов, должны быть проточены до получения нормального профиля с гладкой поверхностью. Изношенные отверстия для соединения барабана подъемной лебедки с зубчатым колесом исправляют разверткой на больший размер с соответствующим изменением диаметра болтов. Шкивы тормозов подъема, поворота, напора и стреловой лебедки, а также шкив муфты предельного момента, имеющие задиры и глубокие риски на рабочих поверхностях, протачивают начисто.

Зубчатые колеса, имеющие отдельные трещины на спицах, заваривают электросваркой. Задиры на зубьях шестерен и зубчатых колес должны быть зачищены, а торцовый накат и наплывы на зубьях удаляют на станке. Шестерни, имеющие изломанные зубья или значительный износ, заменяют новыми. После замены зубчатая пара должна быть прикатана на пятно контакта зубьев и проверена на соответствие бокового зазора согласно техническим требованиям чертежей.

Изношенные шпоночные пазы деталей могут быть восстановлены за счет их расширения, с соответствующим изменением шпонки и паза в сопрягаемой детали, или выполнения нового шпоночного паза со смещением его положения.

Шейки осей и валов, имеющие износ, могут быть восстановлены протачиванием с последующим хромированием или металлизацией поверхностей. При возможности изготовления отверстия уменьшенного размера у сопрягаемой детали, шейки могут быть выполнены меньшего диаметра с сохранением посадки. Незначительные задиры и вмятины на шейках валов и осей, не предназначенных для установки подшипников качения, могут быть зачищены или зашлифованы за счет местного занижения поверхности. При наличии трещин на осях и валах эти детали должны быть заменены новыми.

Риски и задиры на подшипниках скольжения устраняют шабровкой. Подшипники качения, имеющие на деталях дефекты (трещины, выкрашивания, задиры и т. п.), заменяют новыми.

Пружины, работающие на сжатие и имеющие излом, могут быть использованы с установкой шайбы в месте излома.

Коуши и клинья, предназначенные для крепления канатов и имеющие трещины или излом, должны быть заменены новыми.

Болты, гайки, винты, шпильки, а также детали с резьбовыми отверстиями, имеющие дефектную резьбу более 25% рабочей длины, должны быть исправлены или заменены новыми.

Забитая резьба исправляется прогонкой метчиком или плашкой. Изношенная резьба на стержнях может быть восстановлена нарезкой резьбы меньшего диаметра. Резьбу в отверстиях восстанавливают за счет увеличения диаметра или изготовления нового смещенного резьбового отверстия. Болты и гайки, имеющие смятые грани или шлицы, подлежат замене новыми.

Все дефектные уплотнения, не обеспечивающие герметичности, заменяют новыми.

СВАРОЧНЫЕ РАБОТЫ

Общие требования. Все работы по сварке и газовой резке могут производиться при температуре окружающего воздуха не ниже: +5° С для сталей 50, 38ХГН, 34ХН1М, 35ХНЛ и 35ХМЛ; 0° для сталей МСт.5, 35Л, 09Г2С и 10ХСНД; — 20° С для сталей МСт.3 и Г13Л. Нельзя производить сварку и газовую резку на сквозняке, а также по закаленной поверхности всех сталей, кроме Г13Л. Места сварки следует защищать от воздействия ветра, дождя и снегопада устройством укрытий.

Сварочный шов должен быть ровным, плотным, без трещин, раковин, воронок и непроваров. Подрезы, выхваты и резкие переходы от одного сечения к другому не допускаются.

После сварки, если расход электродов превышает 50 *кг* на одну деталь или составляет больше 20 *кг* на один дефект, необходимо производить термообработку для снятия внутренних напряжений.

Пространственное положение сварки устанавливают в зависимости от условий ее выполнения. Желательно сварку производить в нижнем положении. Замкнутые трещины следует варить в вертикальном положении или каскадным способом, или горкой.

Режим сварки применяют в соответствии с паспортом на электроды или сертификатом на них. Сварка должна производиться по подготовленной поверхности.

Подготовка дефектных мест под сварку. Все дефектные места должны быть разделаны до здорового металла. Разделка дефектных участков может производиться вырубкой пневматическим или ручным зубилом, абразивным кругом, механически на станке, газовым пламенем, электрической дугой. Способ разделки зависит

от марки стали. Несквозные трещины разделывают на всю глубину. При вырубке трещин угол раскрытия берется 55—60° С. При разделке трещин на металле толщиной до 20 *мм* концы трещин засверливают. Сквозные трещины, в зависимости от толщины металла и условий выполнения сварки, разделывают У-образно или Х-образно. Весь пористый рыхлый металл на литых деталях должен быть полностью удален.

Если разделку дефектного места производят газовым пламенем или электрической дугой, то поверхность реза должна быть очищена от окалины, натеков металла, шлака и пр. Узкие и глубокие выхваты должны быть удалены обрубкой или зачисткой абразивами.

Трещины на сварочных швах удаляют вырубкой или выплавкой дефектного шва с частичным удалением здорового шва для полной гарантии ликвидации трещины. При использовании для подогрева газовых горелок не допускается местный нагрев докрасна, поэтому горелку необходимо равномерно и непрерывно перемещать вдоль нагреваемой поверхности.

Поверхности, на которые должна производиться наплавка, должны быть очищены от грязи, масла и пр. до металлического блеска. Наружную поверхность завариваемой детали вдоль периметра дефекта следует зачистить на ширину 8—10 *мм* от окалины, грязи, масла, литейной корки и пр. до металлического блеска. При небольшой глубине дефекта вырубку последнего производят на такую глубину, чтобы слой наплавленного металла после механической обработки оставался не менее 2 *мм*.

Контроль удаления трещин производится травлением. В труднодоступных местах допускается проверка удаления трещин снятием лысок.

Сварка сталей МСт.3, 09Г2С и 10ХСНД. Разделку дефектных мест производят любым способом. При разделке газовым пламенем или электрической дугой окончательную подготовку нужно производить подрубкой зубилом или зачисткой абразивами. Для сварки применяют электроды типа Э-50А (ГОСТ 9467—60). Для стали МСт.3 допускается применение электродов типа Э-42А. Сварка должна производиться в закрытом помещении при температуре не ниже 0°. Для деталей из стали МСт.3 разрешается сварка на морозе при температуре окружающего воздуха не ниже —20° С с предварительным местным подогревом детали до температуры 150—200° С.

Сварка сталей МСт.5 и 35Л. Подготовку дефектных мест под сварку производят любым способом. Для сварки применяют электроды Э-50А (ГОСТ 9467—60). Сварку производят при температуре не ниже 0°. Заварку дефектов глубиной до 6 *мм* производят с предварительным местным подогревом до температуры 150—200° С. Многослойную сварку производят непрерывно, без предварительного подогрева, с наложением отжигающих валиков.

Сварка сталей 50, 38ХГН, 34ХН1М, 35ХНЛ и 30ХМЛ. Подготовку дефектного места под сварку производят вырубкой или другим механическим путем. Для сварки применяют электроды Э-50А. Заварку дефектов производят с предварительным общим или местным подогревом детали до температуры 200—250° С. В процессе сварки с местным подогревом температура детали на расстоянии 100—150 *мм* от места только что наложенного валика должна быть не ниже 150° С.

Сварка стали Г13Л. Подготовка дефектного места под сварку осуществляется газовым пламенем или электрической дугой, а также может быть выполнена с помощью абразивов. Зачистку поверхности реза после выплавки дефектов рекомендуется выполнять абразивами. Для сварки применяют аустенитовые электроды типа ЭА1, ЭА2, ЭА1Г и ЭА1Б (ГОСТ 10051—62). Во время сварки деталь должна поддерживаться в холодном состоянии: на расстоянии 100 *мм* от места сварки рука должна свободно переносить температуру детали. Размеры валика, наплавленного за один проход, не должны превышать по длине 40 *мм* и по ширине 15 *мм*. Наплавленный металл, пока он сохраняет красный цвет, должен быть прокован по шлаку без предварительного удаления последнего. Рекомендуется для проковки наплавленного металла пользоваться пневматическим молотком с чеканкой, имеющей закругленные кромки, с рабочей поверхностью размером 25 × 4 *мм*. Проковка должна производиться в предохранительных очках.

Наплавка передней стенки ковша и зуба твердыми сплавами «Сормайт-1». Для наплавки используют электроды типа ЭН-У30Х28С4Н4-50 (ГОСТ 10051—62). Поверхность, подлежащая наплавке, должна быть зачищена абразивами до металлического блеска. В процессе сварки наплавляемая поверхность должна находиться в горизонтальном положении. Допускается наплавка под углом не более 45°. При сварке на постоянном токе применяют обратную полярность. Наплавку производят в один слой толщиной не более 7 *мм*. Не допускается наплавка в два слоя. При вторичной наплавке следует убрать оставшийся наплавленный металл полностью.

На наплавленной поверхности допускаются на отдельных участках изолированно расположенные скопления пор в количестве 5—6 шт. с наибольшим поперечным размером до 1,0 *мм* и сетка волосовин трещин. Совершенно не допускаются трещины в основном металле около наплавки. При обнаружении трещин их следует разделывать абразивами и заваривать аустенитовыми электродами типа ЭА1, ЭА2, ЭА1Г диаметром 3—4 *мм*.

СБОРКА УЗЛОВ ЭКСКАВАТОРА ПОСЛЕ РЕМОНТА

Все отремонтированные, используемые без исправления, а также новые детали, поступившие на сборку, должны иметь клеймо ОТК или документы, подтверждающие их пригодность.

Сборку деталей производят аккуратно, с применением необходимых инструментов и приспособлений, исключающих повреждения.

Подшипники качения и скольжения, а также втулки небольших размеров можно устанавливать запрессовкой с помощью прессов; применение кувалды не допускается. Посадку подшипников больших размеров производят с подогревом в масле до температуры 80—90° С (при установке на вал). Посадку втулок и наружных колец подшипников производят с охлаждением в жидком газе (при установке в корпус).

Различные полумуфты, шкивы и шестерни, а также барабаны запрессовывают винтовыми и гидравлическими прессами. При сборке корпусов редукторов, цилиндров, трубопроводов должна быть обеспечена их герметичность. При монтаже валов и осей должна обеспечиваться сохранность межосевых расстояний.

После сборки узлы смазывают согласно картам смазки. Собранные и смазанные механизмы должны взаимодействовать нормально, без дополнительных усилий. Порядок сборки узлов, их регулировка и испытание аналогичны операциям при монтаже экскаватора.

Ремонт экскаватора завершается окраской и сдачей в эксплуатацию.

ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ НА ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ ЭКСКАВАТОРА

Материалы. Все детали, а также узлы металлоконструкций, предназначенные для запчастей экскавтора, должны изготовляться только из материалов, указанных в чертежах завода-изготовителя экскаватора. Замена одних марок сталей другими допускается, как исключение, при условии обеспечения технических требований, предусмотренных чертежами завода-изготовителя экскаватора. Все материалы, предназначенные для изготовления запасных частей, должны иметь сертификаты завода-поставщика. При отсутствии сертификатов механические свойства и химический состав материалов определяют лабораторными испытаниями на месте.

Стальные отливки для запасных экскаваторных деталей должны соответствовать чертежам завода-изготовителя экскаватора, а также ГОСТу 977—65. Отливки должны быть подвергнуты термической обработке для снятия внутренних напряжений по режимам, установленным для соответствующих марок сталей, они не должны иметь пороков в виде трещин, раковин, рыхлостей, пузырей, неметаллических включений и т. п. Все пороки должны быть удалены до здорового металла и заварены перед термической обработкой детали. На зубчатых колесах в местах нарезки зубьев пороки не допускаются и исправлению не подлежат. На обрабатываемых поверхностях пороки допускаются глубиной не более $^2/_3$

припуска на механическую обработку. На необрабатываемых поверхностях, кроме масляных ванн, допускаются отдельные незначительные раковины, недоливы и пр., не снижающие прочности и не ухудшающие товарного вида детали. Все стальные отливки должны быть очищены от формовочной земли, пригара, литников, прибылей и т. п. Наиболее тщательно должны быть очищены масляные ванны редукторов и зубчатые колеса.

Чугунные отливки должны быть изготовлены в соответствии с чертежами завода-изготовителя экскаватора и действующими ГОСТами. Отклонения по размерам деталей должны соответствовать ГОСТу 1855—55. На деталях из чугуна не должно быть трещин, раковин, рыхлостей, пористых мест и т. п. Отдельные незначительные раковины и несквозные трещины в малоответственных местах допускается заваривать специальными электродами. Формовочная земля, литники, прибыли и т. п. должны быть удалены с деталей. Особенно следует обратить внимание на очистку масляных ванн корпусов редукторов.

Отливки из цветных металлов. Запасные части, отлитые из цветных металлов, должны соответствовать чертежам и действующим ГОСТам. На обрабатываемых поверхностях допускаются литейные дефекты глубиной не более $^2/_3$ припуска на механическую обработку. После механической обработки на посадочных и нерабочих поверхностях могут быть допущены без исправления отдельные мелкие раковины, черновины и плены общей площадью не более 1% от рассматриваемой поверхности. Трещины на деталях не допускаются. На поверхностях трения единичные дефекты глубиной не более $^1/_3$ толщины металла исправляют заваркой с последующей зачисткой.

Поковки и штамповки для запасных частей экскаватора должны изготовляться в соответствии с чертежами завода-изготовителя и действующими ГОСТами. На поверхностях заготовок не допускаются трещины, закаты, волосовины и другие дефекты, снижающие прочность деталей. На поверхностях, подвергающихся механической обработке, могут быть допущены дефекты глубиной не более $^2/_3$ припуска на обработку. Поверхности заготовок должны быть очищены от заусенцев и окалины.

Механическая обработка деталей. Размеры, чистота поверхностей деталей, изготовляемых с помощью механической обработки, должны соответствовать чертежам завода-изготовителя экскаватора. Свободные размеры должны соответствовать 7-му классу точности, резьба — 3-му классу. Заусенцы на деталях должны быть удалены, острые кромки притуплены. Зубчатые передачи должны быть приработаны между собой, при этом чистота поверхностей зубьев должна быть не менее $\bigtriangledown 6$, а пятно контакта зубьев должно быть в пределах: по высоте 40—45% и по длине 60—65%.

Внешняя отделка и консервация. Готовые детали во избежание коррозии окрашивают и консервируют. Предварительно детали

очищают от ржавчины, окалины, формовочной земли и т. п. пескоструем, дробеструем, наждачным камнем, стальными щетками или наждачной шкуркой, затем обдувают сжатым воздухом или обметают кистями и тряпками, обезжиривают уайт-спиритом (ГОСТ 3134—52) или скипидаром (ГОСТ 1571—54), протирают чистыми тряпками и выдерживают на воздухе не менее 20 *мин*. Сварочные швы обезжиривают 10%-ным раствором фосфорной кислоты (ГОСТ 10678—63), протирают насухо тряпками и выдерживают в течение 1 *ч*. Далее детали грунтуют грунтом из серой густотертой краски и олифы или грунтом ГФ-020 (ГОСТ 4056—63), выдерживают в течение 48 *ч* и покрывают одним слоем масляной краски или одним — двумя слоями эмали.

Литые масляные ванны могут быть окрашены непосредственно по металлу эмалями в два слоя.

Температура окраски и сушки должна быть не менее 10° С. Эмали ПФ-133 и ПФ-115 выдерживают в течение 48 *ч*, НКО-21—24 *ч* и 624а — 8 *ч*.

Обработанные части деталей (валы, оси, шестерни и т. д.) должны быть защищены густой смазкой (техническим вазелином или пушечной), обвернуты парафинированной бумагой в два слоя и покрыты деревянными щитками, закрепленными проволокой. Перед покрытием смазка должна быть разогрета до температуры 70—80° С. Покрытие производят окунанием деталей или кистью. Собранные зубчатые редукторы, которые не требуют расконсервации при эксплуатации, могут быть консервированы антикоррозийным ингибированным маслом НГ-203 (*А*, *Б* и *В*).

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ

ЭЛЕКТРОПРИВОД ЭКСКАВАТОРОВ ЭКГ-4,6А И ЭКГ-4,6Б

Глава VI

МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ГЛАВНЫХ ПРИВОДОВ

ЭКСКАВАТОРНЫЕ МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Механической характеристикой электродвигателя главного привода называется зависимость между скоростью вращения (числом оборотов) и вращающим моментом $n = f(M)$, а также между скоростью вращения и током при установившемся режиме.

Двигатели главных механизмов экскаватора — подъема, напора и поворота — работают в условиях резко меняющейся нагрузки. Поэтому требуется известная податливость двигателя (мягкость его характеристики) для того, чтобы скорость его вращения могла быть автоматически замедлена (иногда до нуля) при достаточно большом увеличении нагрузки.

В установившемся режиме, когда скорость вращения постоянна, развиваемый двигателем момент полностью уравновешивается моментом механических потерь и нагрузкой на валу двигателя. Условимся в дальнейшем, что суммарный приведенный к валу двигателя момент нагрузки M_c включает в себя все действующие в механизме усилия и моменты, в том числе и момент механических потерь двигателя. При этом в установившемся режиме механическая характеристика электропривода выражает зависимость скорости вращения двигателя от момента статической нагрузки.

Степень изменения скорости при изменениях нагрузки принято оценивать так называемой жесткостью характеристики

$$\beta = \frac{dM}{dn} = \frac{\Delta M}{\Delta n} = \frac{M_1 - M_2}{n_1 - n_2},$$

где n_1 и n_2 — значения скорости вращения двигателя соответственно при $M = M_1$ и $M = M_2$.

Такой жесткостью в пределах нормальных рабочих нагрузок обладают механические характеристики двигателей постоянного тока. Жесткость положительна, если с возрастанием нагрузки скорость увеличивается.

Для того чтобы электропривод при нормальных статических нагрузках развивал требуемую рабочую скорость, а при механических перегрузках обеспечивал ограничение момента, необходима специальная форма механической характеристики. В пределах изменения нагрузки от нуля до нормальной рабочей нагрузки (например, при подъеме груженого ковша) желательно иметь стабильную рабочую скорость механизма, т. е. соответствующий участок механической характеристики должен иметь высокую жесткость. В зоне перегрузок желательно иметь значительное снижение скорости (вплоть до нуля) при нагрузке, равной стопорному значению. Соответствующую указанным требованиям механическую характеристику называют экскаваторной. В статическом режиме такая характеристика обеспечивает ограничение момента при перегрузках.

Форму экскаваторной характеристики принято оценивать величиной коэффициента заполнения

$$k_{зап} = \frac{m_n m_м S_x}{n_0 M_{стоп}},$$

где S_x — площадь, ограниченная осями координат и механической характеристикой, в $мм^2$;

m_n и $m_м$ — масштабные коэффициенты соответственно по оси n и n_0 в *об/мин* и по оси M в *кГ·м/мм.*

Из приведенного выражения следует, что коэффициент заполнения равен отношению площади, ограниченной характеристикой и осями координат, к площади, ограниченной идеальной (прямоугольной) экскаваторной характеристикой (показана на рис. 91 пунктирной линией).

Заполнение экскаваторной характеристики часто оценивают также с помощью коэффициента отсечки.

$$k_{отс} = \frac{M_{отс}}{M_{стоп}},$$

где $M_{отс}$ — граничное значение момента между жестким рабочим участком экскаваторной характеристики и ее падающим участком (рис. 91).

Для идеальной характеристики $k_{зап} = 1$, $k_{отс} = 1$.

Для главных приводов (подъема, напора или тяги) при проектировании и наладке выбирают относительно невысокие коэффициенты отсечки.

Экскаваторные характеристики должны быть технологичными: изменение скорости вращения двигателей в зависимости от нагрузки рабочих механизмов должно происходить плавно. В экска-

ваторных характеристиках с увеличением нагрузки скорость вращения двигателя вначале изменяется мало, а затем резко падает. При достижении максимально допустимого для данного механизма момента двигатель останавливается. Такие характеристики охраняют двигатели главных приводов от перегрузок, толчков и ударов.

Для построения графика механической характеристики двигателя главного привода достаточно знать три точки, из которых наиболее удобными являются (рис. 91): n_0 — идеальный холостой ход; *1* — начало размагничивания и *2* — конец размагничивания.

По степени изменения скорости вращения двигателя при увеличении момента нагрузки механические характеристики делятся на мягкие и жесткие. При нагрузках, близких к предельным, жесткие характеристики обеспечивают бóльшую скорость вращения приводных двигателей. Благодаря этому достигается и максимальная скорость движения механизмов.

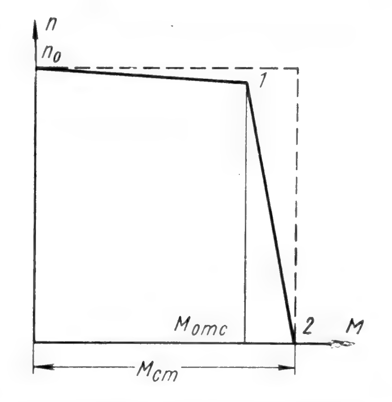


Рис. 91. Идеальная экскаваторная механическая характеристика

Однако такая картина наблюдается не всегда. Например, у механизмов, работающих при копании, при жесткой характеристике, из-за незначительного уменьшения скорости движений с увеличением нагрузки происходит быстрое стопорение ковша и машинист часто не успевает предупредить остановку двигателя.

Для рационального использования двигателей и механизмов главных приводов предусматриваются основные и промежуточные механические характеристики. Для главных приводов основной является механическая характеристика, соответствующая последнему положению командоконтроллера и отвечающая наибольшим скоростям механизма. При установке командоконтроллера в крайнее положение необходимо, чтобы переходный процесс был минимальным по времени. Это способствует работе экскаватора с максимальной производительностью.

Из сказанного следует, что основные механические характеристики должны обеспечивать ограничение тока до допустимой величины не только при пусках двигателей, но и при реверсах, т. е. иметь более высокий коэффициент заполнения. Промежуточные механические характеристики в системах управления от трехобмоточных генераторов имеют второстепенное значение и используются при выполнении вспомогательных операций.

В схемах с магнитным и электромашинным управлением промежуточные характеристики используются при выполнении как основных, так и вспомогательных операций, что обеспечивает

работу, более производительную, чем при системах управления от трехобмоточных генераторов, и одновременно охраняет механизмы экскаваторов от поломок.

Получение промежуточных механических характеристик достигается введением в цепь обмоток добавочного сопротивления.

Расчетные механические характеристики привода механизма подъема экскаватора ЭКГ-4 с управлением от трехобмоточного генератора ТГ—Д приведены на рис. 92, *а*. Первое положение

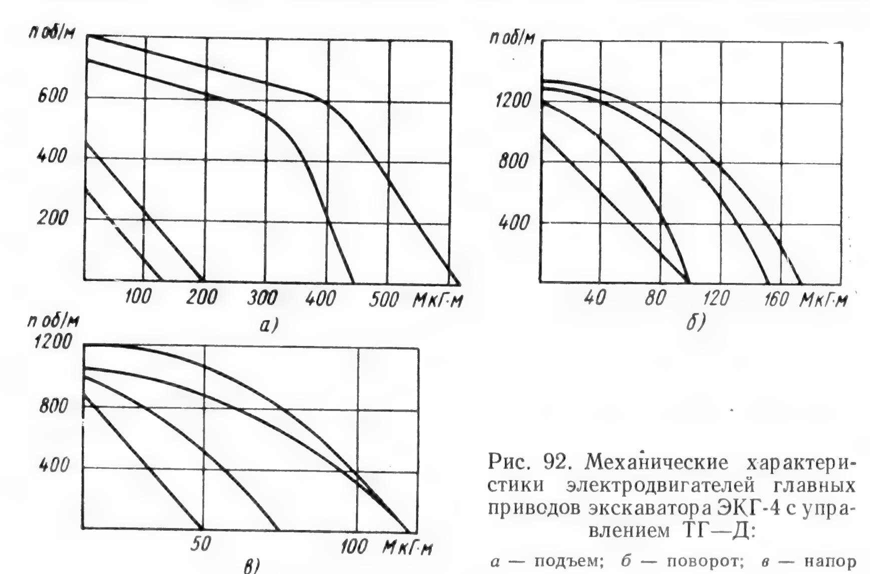


Рис. 92. Механические характеристики электродвигателей главных приводов экскаватора ЭКГ-4 с управлением ТГ—Д:

а — подъем; *б* — поворот; *в* — напор

командоконтроллера обеспечивает удержание порожнего ковша и выборку зазора с малой скоростью с ограниченным моментом; второе положение обеспечивает средние скорости подъема порожнего ковша и удержание груженого ковша; третье положение обеспечивает средние скорости копания со сниженным стопорным моментом, что особенно необходимо при очистке забоя и уборке полезного ископаемого около экскаватора; четвертое — и последнее положение командоконтроллера обеспечивает наибольшую установившуюся скорость при данном стопорном моменте.

Механические характеристики привода механизма поворота приведены на рис. 92, *б*. Промежуточные механические характеристики привода механизма поворота используются во время подготовки к копанию. Ступенчатый пуск обеспечивает плавность разгона и торможения с регулируемым ускорением, что особенно важно для уменьшения динамических ударов при выборе зазоров в кинематических звеньях поворотного механизма.

Механические характеристики привода механизма напора (рис. 92, *в*) более мягкие, чем характеристики привода механизмов

подъема и поворота. Они обеспечивают низкие скорости при больших нагрузках и высокие — при малых.

В трехобмоточной системе управления последовательная обмотка, включенная в главную цепь, осуществляет постоянно действующую отрицательную обратную связь по току якоря. По мере увеличения нагрузки растет размагничивающее действие последовательной обмотки, что приводит к падению напряжения генератора и скорости вращения приводных двигателей. Коэффициент заполнения механических характеристик, характеризующий производительность экскаватора при различных системах управления, показан на рис. 93.

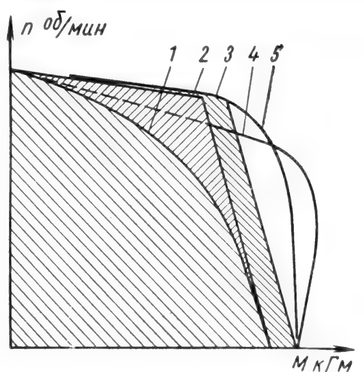


Рис. 93. Статические механические характеристики главных приводов экскаваторов ЭКГ-4, ЭКГ-4,6А и ЭКГ-4,6Б:

1 — система ТГ—Д; *2* — система СМУГ—Д без учета улучшения динамики переходных процессов; *3* — система СМУГ—Д с учетом улучшения динамики переходных процессов; *4* — динамическая характеристика в системе ТГ—Д; *5* — динамическая характеристика в системе СМУГ—Д

Привод, обладающий характеристикой *3*, обеспечивает наибольшую производительность экскаватора.

Однако получить оптимальные механические характеристики, обеспечивающие возможность своевременно снижать нагрузки механизма при перегрузках и избегать полной остановки, можно в зависимости от системы управления. При трехобмоточной системе управления можно получить характеристику *1* с коэффициентом заполнения не более 0,7. Указанный коэффициент заполнения можно в системе ТГ—Д увеличить за счет увеличения ампервитков параллельной обмотки, но при этом резко ухудшается четкость управления.

Применение на экскаваторах ЭКГ-4 новой системы управления с магнитным возбуждением СМУГ—Д позволило резко увеличить производительность экскаваторов. В системе СМУГ—Д жесткую отрицательную обратную связь по току осуществляет токовая обмотка. Пока ток в главной цепи мал, размагничивающая обратная связь по току не действует, когда же ток достигнет некоторой заранее установленной величины, начинает действовать отрицательная обратная связь, генератор размагничивается, чем и достигается ограничение момента.

Коэффициент заполнения механической характеристики при управлении от магнитных усилителей составляет 0,85—0,9 (характеристика *2*), т. е. система управления с магнитными усилителями обеспечивает более высокие средние скорости главных приводов при сохранении максимальных статических моментов его механизмов без усиления механической части.

Увеличение производительности, отмеченное на рис. 93 заштрихованной площадью, при сохранении стопорных моментов и скоростей холостого хода при новой системе управления с магнитными усилителями было реализовано на экскаваторах ЭКГ-4 за счет увеличения емкости ковша до 4,6 $м^3$ при сохранении цикла работы. Введение системы управления с магнитными усилителями

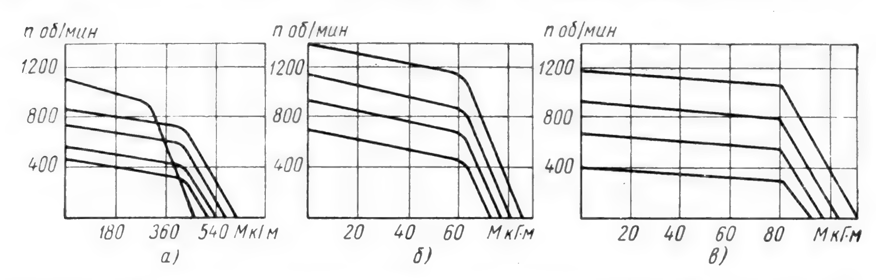


Рис. 94. Механические характеристики экскаваторов ЭКГ-4,6А и ЭКГ-4,6Б с возбуждением от магнитных усилителей:

а — подъем; *б* — поворот; *в* — напор

при модернизации экскаваторов ЭКГ-4 позволило сократить цикл с одновременным увеличением долговечности механического и электрического оборудования.

Расчетные механические характеристики главных приводов экскаваторов ЭКГ-4,6А и ЭКГ-4,6Б с магнитным и электромашин-

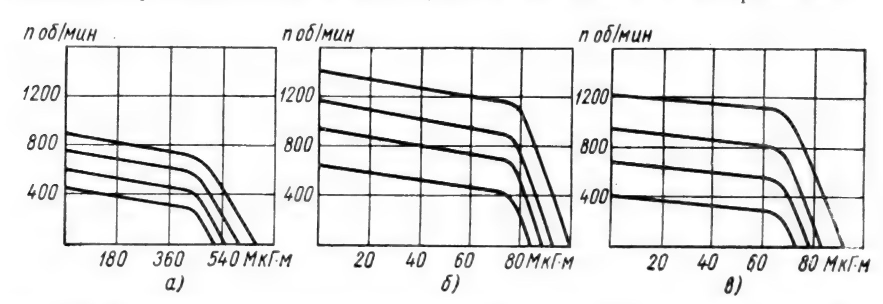


Рис. 95. Механические характеристики экскаватора ЭКГ-5 с магнитным возбуждением:

а — подъем; *б* — поворот; *в* — напор

ным возбуждением приведены на рис. 94. Для сравнения на рис. 95 показаны механические характеристики экскаватора ЭКГ-5 с магнитным возбуждением. Для ограничения динамических «выбросов» моментов на выходных валах поворотных редукторов в начале периодов разгона, реверса и торможения в существующих схемах главных приводов вводятся изменения, обеспечивающие первую ступень регулирования с моментом, не превышающим

0,2 M_{cm}. Нарастание момента с ограничением в начальный период позволяет выбрать зазор в кинематических звеньях при малом моменте.

Такую ступень регулирования можно иметь, введя отсечку по напряжению. На крупных экскаваторах, характеризующихся большим моментом инерции и наличием значительных люфтов в зубчатой передаче механизма, необходимо вводить специальное устройство с узлом токовой отсечки. Этот узел имеет регулируемый запирающий потенциометр в функции тока главной цепи.

Благодаря токовой стабилизации в схеме управления с магнитным возбуждением и наличию специальных узлов, обеспечивающих быстрое протекание переходных процессов, нарастание скоростей при разгоне и спадание их при торможении будут происходить быстрее и более плавно. Токовая стабилизация исключает возможность непропорционального нарастания тока в главной цепи, а также усилий.

ИЗОБРАЖЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК В СИСТЕМЕ КООРДИНАТ НА ПЛОСКОСТИ

Электроприводы главных механизмов экскаватора в каждом цикле экскавации работают в режиме пуска, реверса и торможения, т. е. в условиях непрерывного изменения нагрузки и скорости.

Реверс осуществляется изменением направления магнитного поля в обмотке независимого возбуждения генератора или в задающей обмотке магнитных усилителей. В связи с изменением знаков моментов и скоростей на обратные, для правильной оценки последовательно протекающих процессов механические характеристики изображаются в квадрантах координатной плоскости (рис. 96). В 1-м и 3-м квадрантах механических характеристик осуществляется разгон электродвигателей главных приводов: в 1-м — в одном направлении, в 3-м — в другом. Обычно механические характеристики между *A* и *C* получают путем регулирования сопротивления запирающего потенциометра сравнения и сопротивления, включенного в цепь токовой обмотки. При двигательном режиме напряжение, подведенное к электродвигателю, уравновешивается электродвижущей силой, индуктируемой в обмотке якоря, и падением напряжения в якорной цепи.

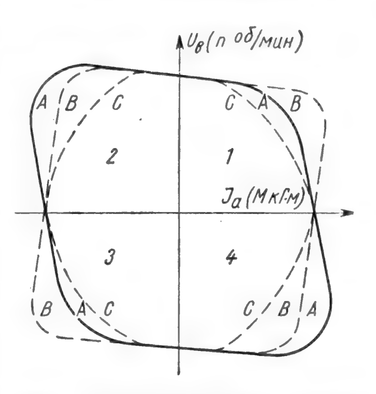


Рис. 96. Вольт-амперные характеристики электропривода экскаватора

Во 2-м и 4-м квадрантах механических характеристик осуществляется торможение электродвигателей главных приводов. При

торможении электродвигателя рукоятку командоконтроллера из рабочего положения ставят в нулевое положение. Торможение привода можно осуществить в генераторном режиме, с отдачей энергии в сеть. В этом случае величина тока в силовой цепи будет зависеть от скорости перевода рукоятки или педали командоконтроллера, а также от величины махового момента.

Электродвижущая сила, индуктируемая в обмотке якоря, уравновешивается напряжением, подведенным к двигателю от генератора, и падением напряжения в якорной цепи. При этом э. д. с. двигателя больше э. д. с. генератора и ток в цепи якорей изменяет направление на обратное:

$$I_я = \frac{E - U}{\sum R}.$$

В результате кинетическая энергия, накопленная в якоре двигателя и во вращающихся частях механизма, будет отдана через преобразовательный агрегат в сеть переменного тока.

В режимах торможения моменты сил трения способствуют замедлению, т. е. действуют в том же направлении, что и тормозной момент приводных двигателей. В режиме разгона двигателей моменты сил трения препятствуют движению, т. е. действуют в направлении, обратном моменту, создаваемому приводом. Это ведет к существенному различию между величинами ускорений в режимах разгона и торможения приводов.

Механические характеристики должны обеспечивать плавное торможение при постановке командоконтроллера в нулевое положение и не иметь больших токов при высоком напряжении. При замедлении, когда командоконтроллер быстро переводится с последнего положения на нулевое, токоограничивающее поле удерживает напряжение усилителя и соответственно напряжение генератора, предотвращая излишнюю рекуперацию или переход энергии обратно от двигателя к генератору, действие поля ограничения тока ослабляется последовательно включенным сопротивлением. Чем больше сопротивление в этой цепи, тем более резко проходит торможение, и наоборот, чем меньше сопротивление, тем мягче замедление при торможении.

Во 2-м квадранте статический момент, создаваемый груженым ковшом, всегда направлен в сторону опускания; при этом двигатель работает в тормозном генераторном режиме со скоростью, большей по абсолютной величине скорости идеального холостого хода. Этим же моментом нагружен двигатель и в режиме удержания ковша при снятии напряжения с обмотки возбуждения генератора. Режим удержания ковша электроприводом имеет для экскаватора важное значение, так как позволяет осуществлять необходимые в рабочем цикле остановки его без использования механического тормоза.

Установившаяся скорость опускания ковша в режиме удержания достигается тогда, когда тормозной момент двигателя становится равным статическому моменту нагрузки $M_{стат}$.

Электрической нагрузкой для двигателя, работающего в режиме генератора при $E = 0$, служит суммарное сопротивление главной цепи, равное сумме сопротивлений якорей и обмоток дополнительных полюсов генераторов и двигателей. Этот режим работы двигателя называется режимом динамического торможения.

Удержание ковша будет происходить тем лучше, чем жестче будут характеристики в системе Г—Д. При работе привода на опускание ковша на обмотку возбуждения генератора подается напряжение противоположной полярности:

$$U_в = -\alpha U_{в.\,уст}$$

и э. д. с. генератора начинает увеличиваться. Под действием статического момента привод будет разгоняться, э. д. с. двигателя и генератора по мере разгона сравниваются, ток якоря и момент двигателя становятся равными нулю, а затем изменяют знак. Далее разгон будет идти под суммарным действием момента двигателя и генератора, скорость будет продолжать увеличиваться вплоть до установившегося значения.

Реверсирование привода осуществляется с помощью изменения полярности напряжения, приложенного к обмотке возбуждения генератора — с $U_в = \alpha U_{в.\,уст}$ на $U_в = -\alpha U_{в.\,уст}$.

До реверса задающего сигнала двигатель работает с установившейся скоростью на основной характеристике в 1-м квадранте с постоянным значением статического момента нагрузки $M_{стат}$. При изменении полярности напряжения, приложенного к обмотке возбуждения генератора, э. д. с. генератора начинает уменьшаться. Вследствие наличия запасенной кинематической энергии скорость двигателя и его э. д. с. в первый момент практически не изменяются. Электродвижущая сила двигателя становится больше э. д. с. генератора, двигатель переходит в генераторный режим, создавая тормозной момент. Под действием тормозного момента двигателя и тормозного момента нагрузки скорость двигателя уменьшается и соответственно уменьшается э. д. с. двигателя. После перехода скорости и э. д. с. двигателя через нуль наступает двигательный режим работы привода и разгон происходит под суммарным воздействием моментов двигателя и статического момента.

В двигательных и тормозных квадрантах можно менять интенсивность разгона и торможения электродвигателя привода до характеристики *В*. В 1-м квадранте характеристики *В*, обеспечивающие увеличение крутящего момента при разгоне, не рекомендуются, так как они имеют чрезмерно большой ток при высоком напряжении, в результате чего при больших скоростях двигателей глав-

ных приводов имеют место большие усилия. В тормозном режиме характеристика *В* обеспечивает плавное торможение, что необходимо для увеличения надежности работы механизмов, имеющих большие маховые массы.

НАГРУЗОЧНЫЕ ДИАГРАММЫ РАБОТЫ ГЛАВНЫХ ПРИВОДОВ

Рабочий цикл экскаватора осуществляется совокупной работой механизмов подъема, напора и поворота. Приводы этих механизмов работают в повторно-кратковременных режимах, с частыми пусками, реверсами и остановками, занимающими значительную часть общего времени цикла экскавации. Поэтому переходные процессы от одного установившегося режима к другому являются наиболее характерными для оценки качества работы и производительности машины в целом. Электропривод главных механизмов должен обеспечивать плавные нарастание и спадание электродвижущей силы генераторов и определенные величины ускорений, а также быстроту протекания переходных процессов. Чем меньше расхождение статических и динамических характеристик главных приводов и короче время переходных процессов, тем выше качество системы управления и, следовательно, выше производительность экскаватора.

Рабочий цикл экскаватора состоит из следующих основных моментов: копание, подъем ковша и одновременный поворот на выгрузку, опорожнение ковша, поворот к месту копания и одновременное опускание ковша в забой. Работа главных приводов за один рабочий цикл характеризуется изменением вращающегося момента и скорости вращения двигателей, которым соответствуют изменения силы тока, напряжения и мощности на протяжении одного цикла. Эти изменения графически изображаются в виде так называемых нагрузочных диаграмм. Изучение нагрузочных диаграмм позволяет установить сущность работы экскаватора и способствует совершенствованию приемов управления машиной. Расчетные нагрузочные диаграммы экскаваторов ЭКГ-4,6А и ЭКГ-4,6Б приведены на рис. 97. На диаграмме даны следующие элементы цикла:

1. Механизм подъема (рис. 97, *а*): t_1 — копание, t_2 — подъем груженого ковша и удержание его при повороте экскаватора на выгрузку, t_3 — разгрузка, t_4 — удержание порожнего ковша во время поворота к месту копания после разгрузки и t_5 — опускание порожнего ковша с последующим торможением.

2. Механизм поворота (рис. 97, *б*): t_6 — разгон, движение с установившейся скоростью, торможение с груженым ковшом, t_7 — разгон, движение с установившейся скоростью, торможение с порожним ковшом.

3. Механизм напора (рис. 97, *г*): t_8 — копание, t_9 — возврат рукояти с груженым ковшом, t_{10} — выдвижение рукояти с гру-

женым ковшом при повороте на разгрузку, t_{11} — втягивание порожнего ковша при подаче порожнего ковша в забой.

Как видно из нагрузочных диаграмм, наиболее характерными операциями механизма подъема является копание и подъем, сопровождающиеся наибольшими значениями нагрузок. Вследствие неоднородности разрабатываемой породы нагрузка носит пиковый характер и временами значительно превышает номинальную. Опускание порожнего ковша происходит при повышенной скорости двигателя за счет ослабления его магнитного поля и в этой части цикла двигатель переходит в генераторный режим.

Характерной особенностью привода поворота является работа в неустановившихся режимах пуска и торможения, что объясняется большими моментами инерции вращающихся частей механизма поворота. Практически привод поворота не работает в установившихся режимах. Операция поворота занимает значительную часть времени рабочего цикла и во многом определяет производительность экскаватора. Большой номинальный момент двигателя требуется для разгона механизма поворота, обладающего значительной инерцией.

Наиболее тяжелой операцией для механизма напора является операция копания, характеризующаяся разнопеременной нагрузкой, вплоть до стопорения двигателя.

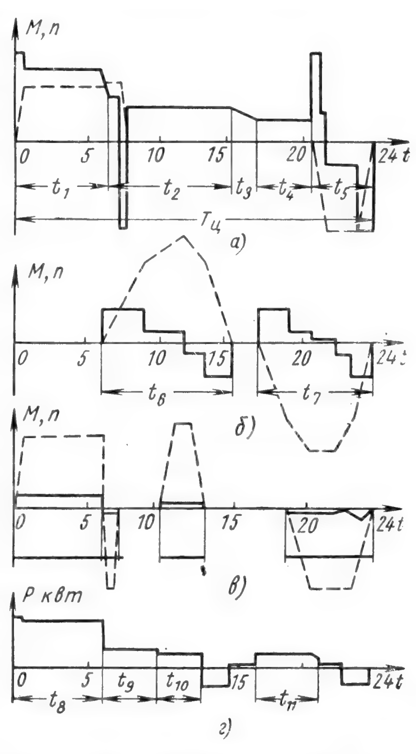


Рис. 97. Расчетные нагрузочные диаграммы приводов экскаваторов ЭКГ-4,6А и ЭКГ-4,6Б

Сопоставление нагрузочных диаграмм приводов подъема, напора и поворота показывает, что наибольшая мощность приводного двигателя агрегата расходуется при копании механизмами подъема и напора. С окончанием копания (рис. 97, *в*) суммарная мощность продолжает сохранять значительную величину в связи с началом действия поворотного механизма. Таким образом, каждый цикл можно разделить на две части: 1) копание и поворот с груженым ковшом на разгрузку и 2) поворот в забой при опускании порожнего ковша.

Реальные осциллограммы, снятые на работающей машине (рис. 98), отличаются от теоретических нагрузочных диаграмм. Однако общий их характер остается таким же, как показано на рис. 97. Из осциллограмм видно, что во время работы машинист

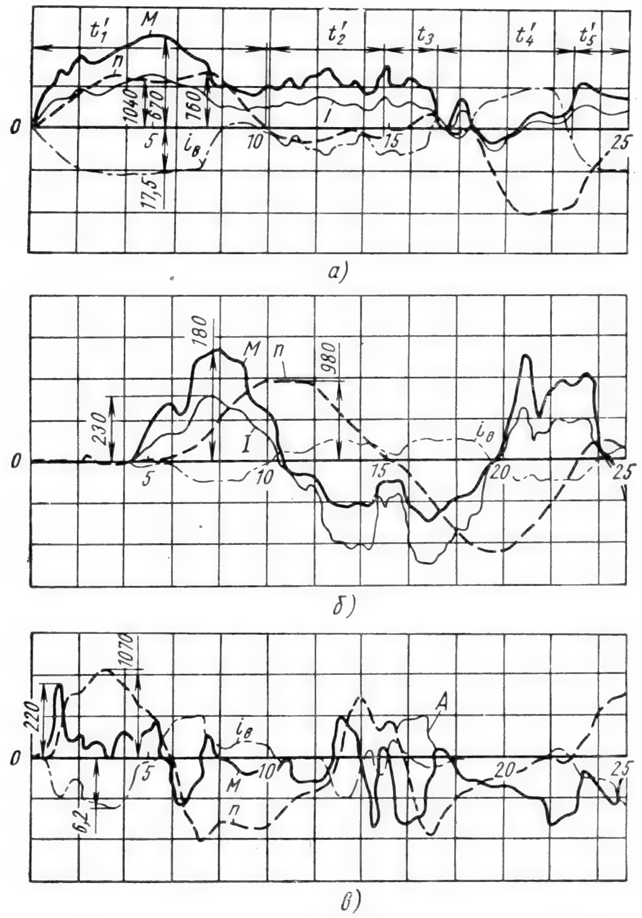


Рис. 98. Осциллограммы работы приводов экскаваторов ЭКГ-4,6А и ЭКГ-4,6Б:

а — механизм подъема; *б* — механизм напора; *в* — механизм поворота

регулировал толщину стружки при неизменном положении рукоятки командоконтроллера подъема. Регулированием скорости напорного механизма предотвращается стопорение механизма подъема и тем самым уменьшается среднее время копания.

Глава VII
ОСНОВНОЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

ДВИГАТЕЛИ ГЛАВНЫХ ПРИВОДОВ

Привод главных механизмов экскаватора осуществляется электродвигателями постоянного тока. На экскаваторах ЭКГ-4,6А и ЭКГ-4,6Б применяются крановые электродвигатели специального исполнения с теплостойкой кремнийорганической изоляцией. Они

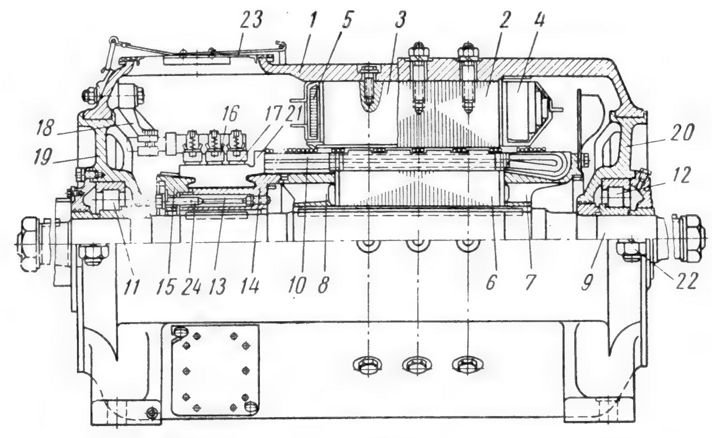
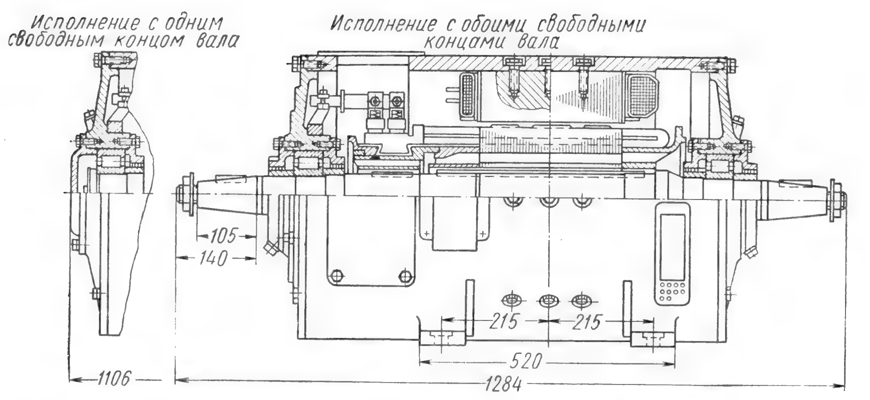


Рис. 99. Электродвигатель ДПЭ-82 механизма подъема:

1 — станина; *2* — главный полюс; *3* — добавочный полюс; *4* — катушка возбуждения главного полюса; *5* — катушка дополнительного полюса; *6* — сердечник якоря; *7* и *8* — нажимные шайбы сердечника якоря; *9* — вал; *10* — обмотка якоря; *11* и *12* — подшипники; *13* — коллекторные пластины; *14* — стальная втулка; *15* — нажимная шайба; *16* — щеткодержатель; *17* — щетка; *18* — суппорт; *19* и *20* — подшипниковые щиты; *21* — петушки; *22* — болты разъема станины; *23* — крышки люков; *24* — зажимные болты коллектора

характеризуются повышенной механической прочностью и рассчитаны на работу в условиях повышенной тряски и вибрации, обладают повышенной перегрузочной способностью и малым маховым моментом. Каждый электродвигатель (подъема, напора, поворота) состоит (рис. 99—102) из стальной станины *1*, четырех главных *2* и четырех дополнительных полюсов *3* с катушками *4*



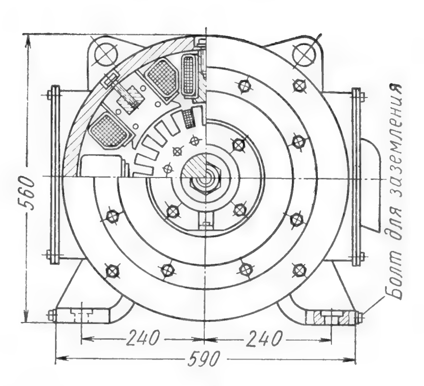


Рис. 100. Электродвигатель ДПЭ-52 механизма напора

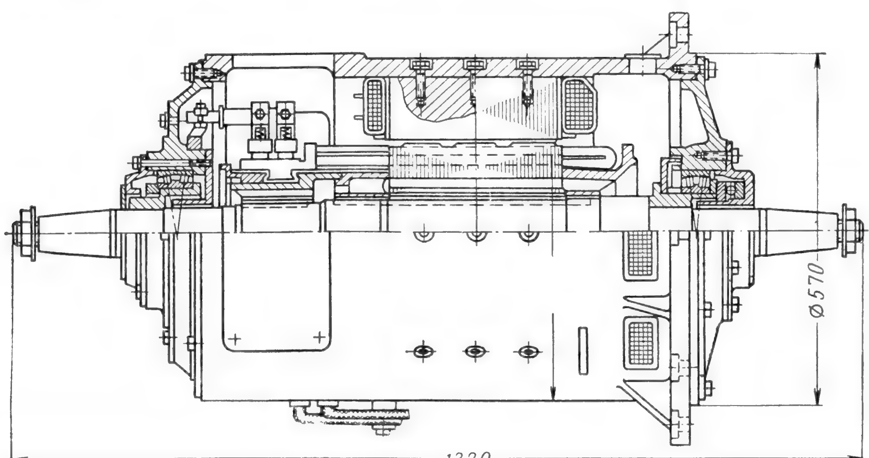


Рис. 101. Электродвигатель ДПВ-52 механизма поворота

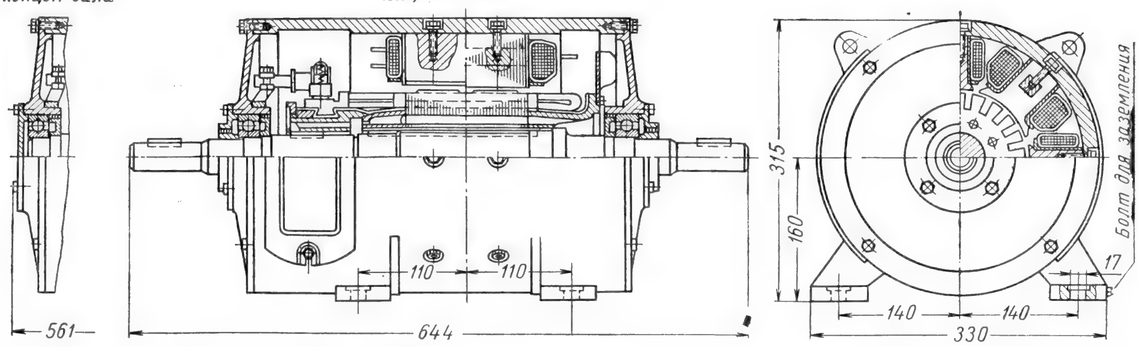


Рис. 102. Электродвигатель ДПЭ-12 механизма открывания днища ковша

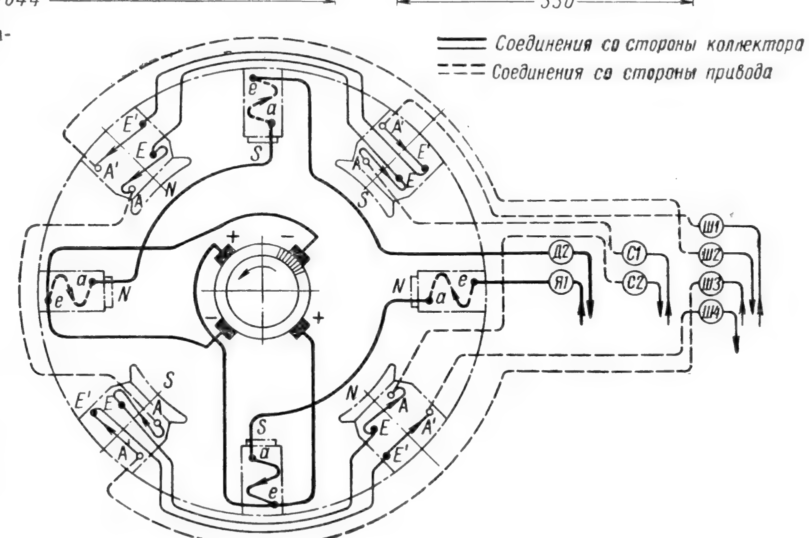


Рис. 103. Схема соединений электродвигателя типа ДПЭ-12:

Я1 — начало обмотки якоря; *Д2* — конец обмотки якоря; *С1* — начало последовательной обмотки; *С2* — конец последовательной обмотки; *Ш1* и *Ш3*—начало параллельной обмотки; *Ш2* и *Ш4*—конец параллельной обмотки; *01* — нулевой вывод

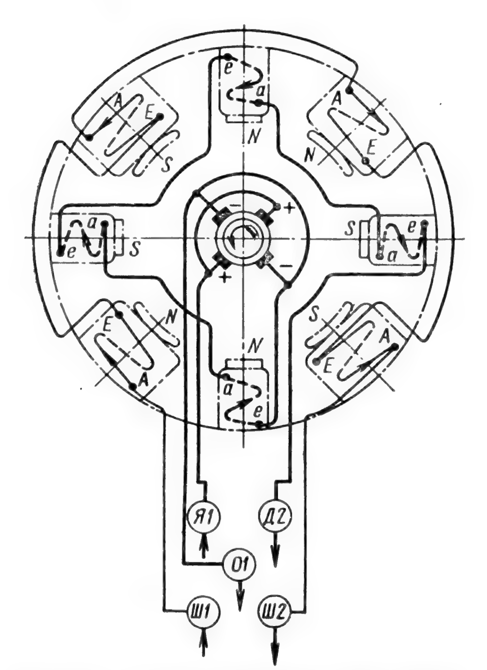


Рис. 104. Схема соединений электродвигателя типа ДПВ-52

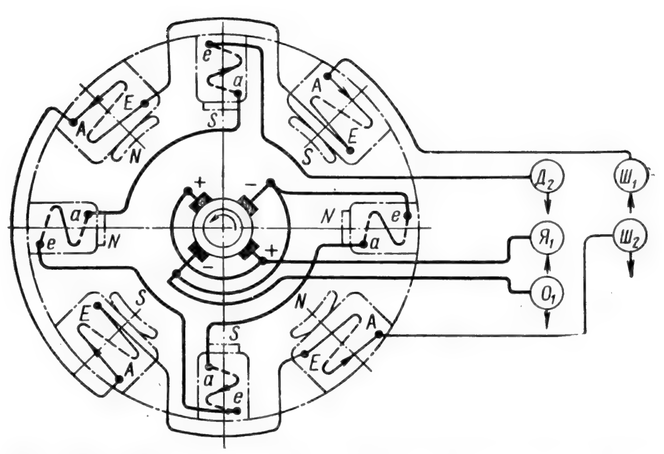


Рис. 105. Схема соединений электродвигателя типа ДПЭ-52

Таблица 19

Технические данные электродвигателей

Наименование данных	Электродвигатели				
	ДПЭ-82 подъема	ДПЭ-52 напора	ДПВ-52 [1] поворота	ДПЭ-52 хода	ДПЭ-12 открывания днища ковша
Мощность в *квт* . . .	175	54	50/60	54	3,6
Число оборотов в минуту	740	1200	900/1230	1200	1430
Номинальное напряжение в *в*	460	395	306/305	395	110
Номинальный ток якоря в *а*	410	150	180/220	150	42
Режим работы	ПВ 75%	ПВ 100%	ПВ 60% / ПВ 80%	45 *мин*	ПВ 25%
Предельное число оборотов в минуту . . .	1500	2100	2100	2100	3300
Исполнение [2]	Г2	Г2	В2	Г2	Г1
Вентиляция					
Исполнение двигателя	С принудительной вентиляцией			Закрытый	Закрытый водозащищенный
Количество продуваемого воздуха в $м^3/мин$	33	13	13	—	—
Статический напор в *мм вод. ст.*	40	35	35	—	—
Обмотка якоря					
Число пазов	46	35	35	35	25
Число коллекторных пластин	184	139	139/105	139	99
Схема обмотки	Комбинированная	Волновая			
Число витков в секции	1	1	1	1	2
Число элементарных проводов в пазу	—	2	2/0	2	4

Продолжение табл. 19

Наименование данных	Электродвигатели				
	ДПЭ-82 подъема	ДПЭ-52 напора	ДПВ-52 [1] поворота	ДПЭ-52 хода	ДПЭ-12 открывания днища ковша
Марка и размеры провода	ГКД 1,68×9,3	ПСД 1,56×6,9	ПСД 1,56×6,9 / 2,1×6,9	ПСД 1,56×6,9	ПСДК ∅ 1,35
Сопротивление всей обмотки при 20° С в *ом*	0,0122	0,033	0,033 / 0,019	0,033	0,165
Число параллельных ветвей	8	2	2	2	2
Обмотка дополнительных полюсов					
Число витков в катушке на полюс	14	20	20/16	20	30
Соединение катушек	Последовательное				
Марка и размеры провода в *мм*	3,28×2,2	3,53×14,5	3,53×14,5 / 4,4×15,6	3,53×14,5	ПСДК 2,1×5,9
Сопротивление всей обмотки при 20° С в *ом*	0,0088	0,021	0,021 / 0,0125	0,021	0,072
Обмотка главных полюсов независимого возбуждения					
Число витков в катушке на полюс	380	475	475	475	2000
Соединение катушек	Последовательное				В две параллельные группы
Марка и размер провода в *мм*	ПБД 3,28×3,3	ПБД 1,81×3,05	ПСД 1,81×3,05	ПБД 1,81×3,05	ПЭТКСО ∅ 0,41

Наименование данных	Электродвигатели				
	ДПЭ-82 подъема	ДПЭ-52 напора	ДПВ-52 [1] поворота	ДПЭ-52 хода	ДПЭ-12 открывания днища ковша
Сопротивление всей обмотки при 20° С в *ом*	3,5	6,3	6,3	6,3	124
Напряжение в обмотке возбуждения в *в*	85	95	85	85	110
Обмотка последовательного возбуждения					
Число витков в катушке на полюс	—	—	—	—	121/2
Соединение катушек	—	—	—	—	Последовательное
Марка и размер провода	—	—	—	—	ПСДК 1,56×6,9
Сопротивление обмотки при 20° С в *ом* . . .	—	—	—	—	0,04
Щетки (марка ЭГ-14)					
Размер в *мм*	25×50	16×32	16×32	16×32	12,5×16
Число на машину . . .	12	8	8	8	4
Подшипники					
Со стороны коллектора	42626	42616	3524	42616	307
» » привода	42626	42616	3524 18224	42616	307
Общий вес в *кг* . . .	3100	860	925	860	130

[1] В числителе — для двигателей ДПВ-52, 50 *квт*, 900 *об/мин*, в знаменателе — для двигателей ДПВ-52, 60 *квт*, 1230 *об/мин*.

[2] Условно обозначено исполнение двигателей: Г1 — горизонтальное с одним свободным концом вала; Г2 — горизонтальное с обоими свободными концами вала; В2 — вертикальное с обоими свободными концами вала.

и *5*, якоря *6* с коллектором *13* и подшипников *11* и *12* с подшипниковыми щитами *19* и *20*; четырех щеткодержателей *16*, закрепленных на поворотной траверсе, позволяющей при наладке двигателя устанавливать щеткодержатели на нейтрали. Станины двигателей ДПЭ-52 и ДПВ-52 — неразъемные, станина двигателя ДПЭ-82 — разъемная.

При соединении катушек главных и дополнительных полюсов (рис. 103—106) необходимо соблюсти правильное их чередование,

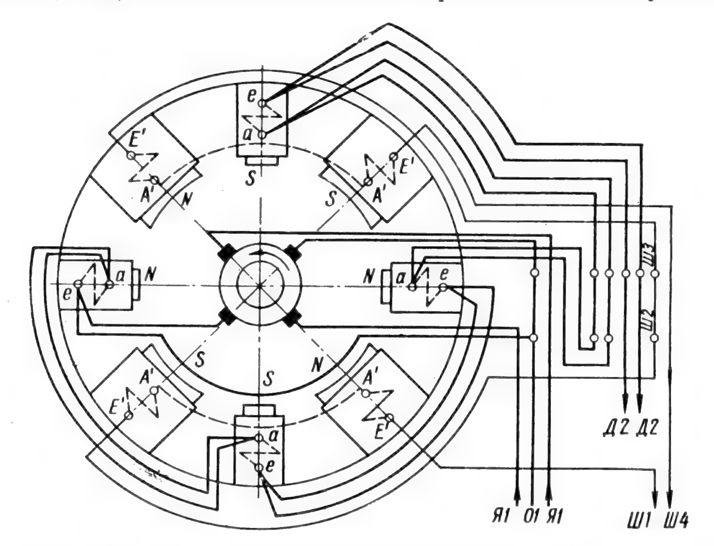


Рис. 106. Схема соединений электродвигателя типа ДПЭ-82

так как при неправильном соединении резко ухудшается коммутация двигателей и не развивается вращающий момент необходимой величины.

Все электродвигатели, кроме двигателей хода и открывания днища ковша, имеют независимую вентиляцию.

Техническая характеристика двигателей приведена в табл. 19. Комплект запчастей для электродвигателей, поставляемых с экскаватором, указан в прилож. I (табл. 4).

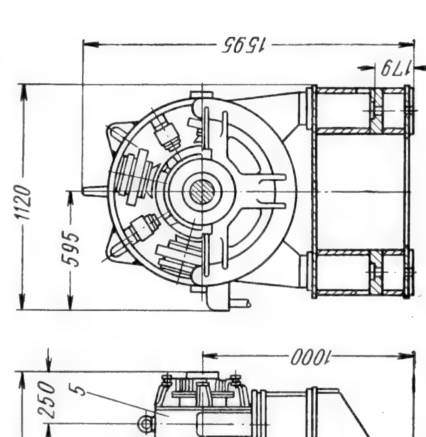
ГЕНЕРАТОРЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Генераторы постоянного тока предназначены для питания энергией двигателей главных приводов экскаваторов ЭКГ-4,6А, ЭКГ-4,6Б и поставляются в виде отдельного преобразовательного пятимашинного агрегата (рис. 107). В агрегат входят: генератор напора ПЭМ-400 (*1*), генератор подъема ПЭМ-2000 (*2*), приводной двигатель АЭ113-4 (*3*), генератор поворота ПЭМ-1000 (*4*) и возбудитель МП542-1/2 (*5*).

Управление магнитным полем осуществляется посредством обмоток возбуждения, расположенных на дополнительных полюсах. В зависимости от принятой системы возбуждения генераторы выпускаются в различных вариантах: 1) с тремя обмотками возбуждения — независимой, шунтовой и последовательной (система ТГ—Д) и 2) с двумя полуобмотками независимого возбуждения и шунтовой обмоткой (система СМУГ—Д). Схемы соединения обмоток по 1-му варианту представлены на рис. 108 и 109, по 2-му варианту—на рис. 110—113. Все генераторы одинаковы по конструкции и отличаются только размерами.

Конструкцию генераторов рассмотрим на примере генератора механизма подъема (рис. 114). Все генераторы открытого исполнения установлены на двух подшипниковых щитах *2* и *9*, имеют разъемные станины для удобства снятия якорей при ремонте. Крышки подшипниковых щитов выполняются разъемными для удобства осмотра, промывки и смазки подшипников *1* и *10* без разборки агрегата.

Генераторы имеют четыре главных *6* и четыре дополнительных *11* полюса, соединение которых должно быть в строгой последовательности, согласно рис. 110—113. Сердечник *7* якоря собирается из листов штампованной электротехнической стали толщиной 0,5 *мм*, покрытых



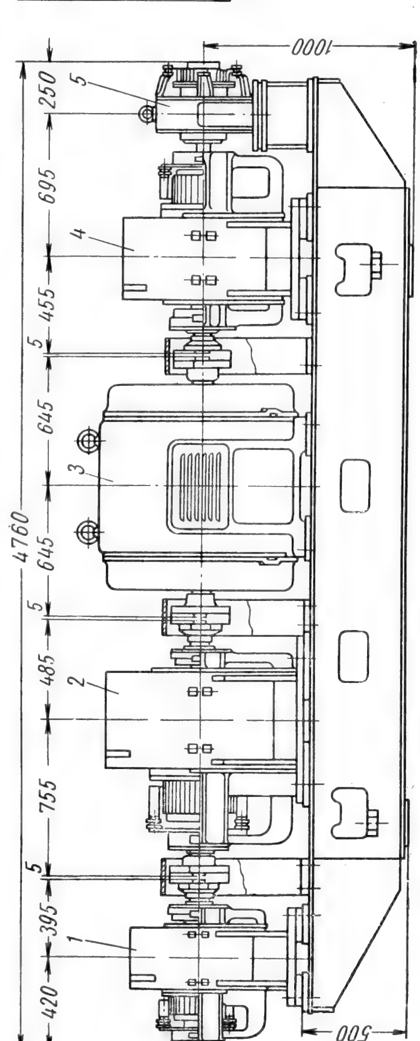


Рис. 107. Преобразовательный агрегат экскаваторов ЭКГ-4,6А и ЭКГ-4,6Б

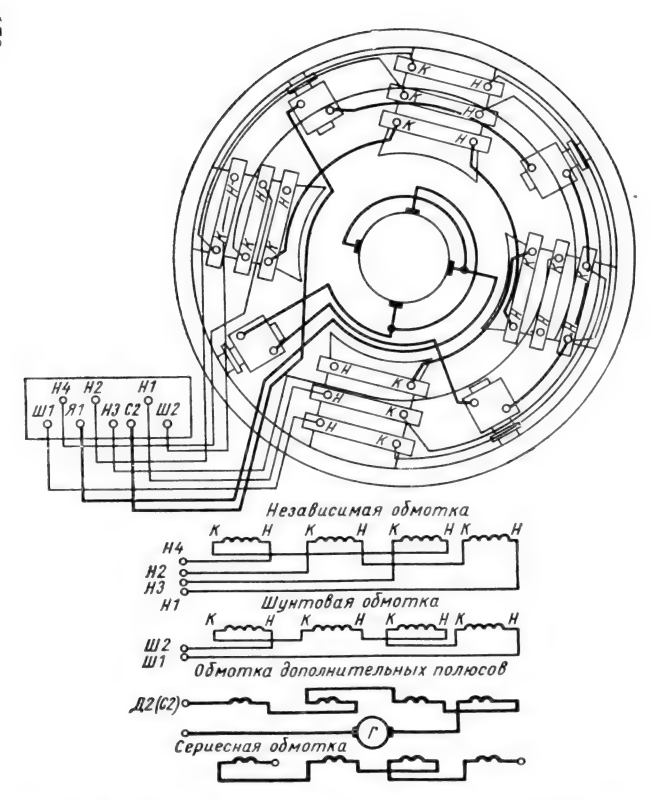


Рис. 108. Схема внутренних соединений генераторов ПЭ-2000 и ПЭ-400

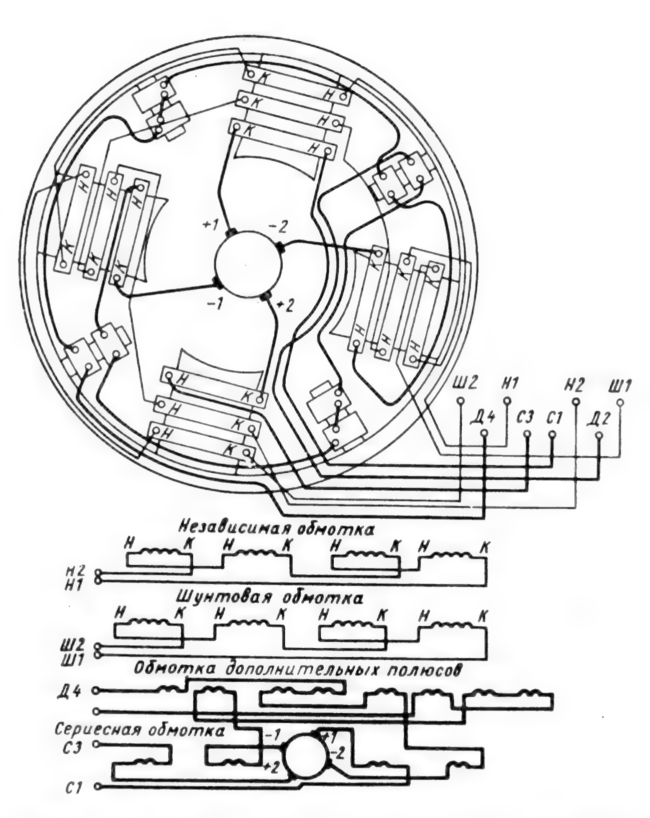


Рис. 109. Схема внутренних соединений генератора ПЭ-1000

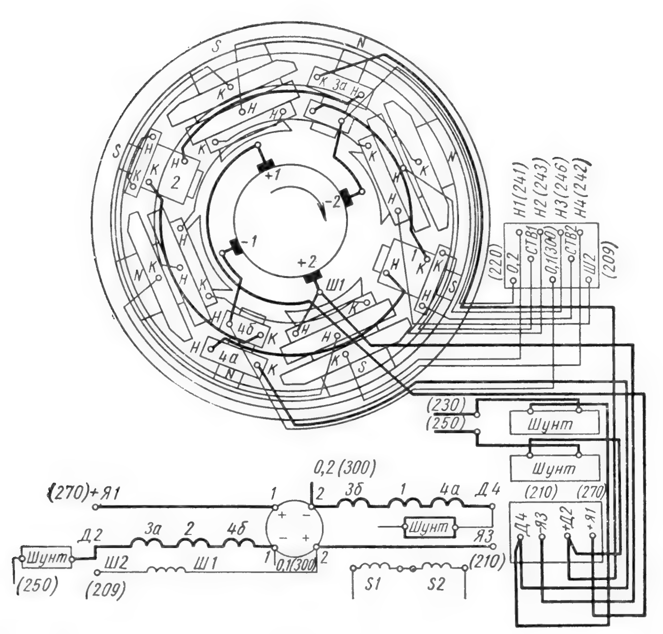


Рис. 110. Схема внешних и внутренних соединений генератора ПЭМ-1000, 80 *квт*, 383 *в*

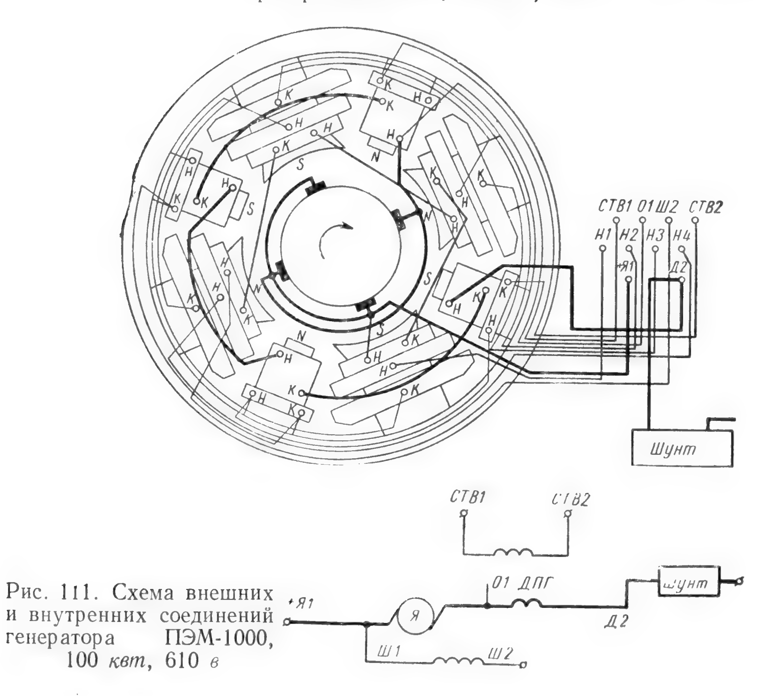


Рис. 111. Схема внешних и внутренних соединений генератора ПЭМ-1000, 100 *квт*, 610 *в*

с обеих сторон изоляционным лаком. Листы надеваются на вал и крепятся двумя фланцами; для предотвращения от проворачивания сердечника и фланцев служит продольная

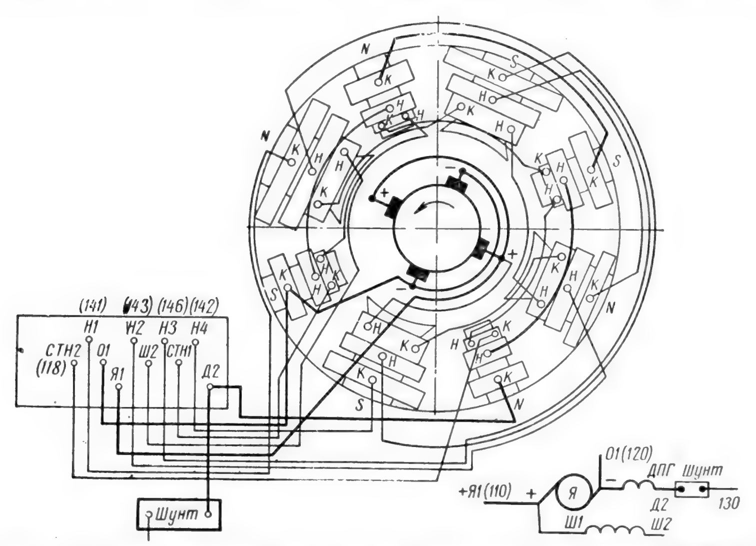


Рис 112. Схема внешних и внутренних соединений генератора ПЭМ-400

призматическая шпонка. Якорная обмотка *8* в открытых пазах закреплена гетинаксовыми клиньями, а в лобовых частях — проволочными бандажами.

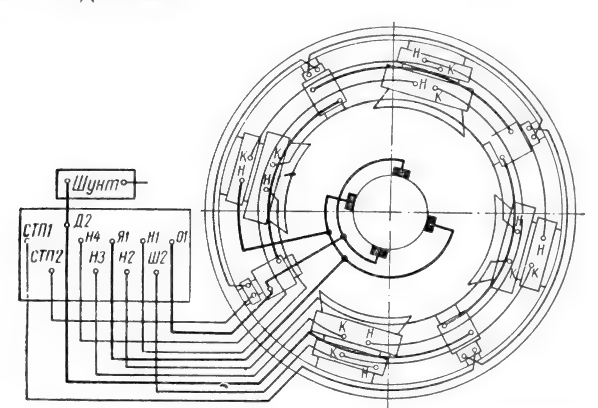


Рис. 113. Схема внешних соединений генератора ПЭМ-2000

Коллектор *5* состоит из пластин твердой электротехнической меди, которые изолированы друг от друга миканитовыми пластинками, закрепленными двумя стальными фланцами. Щеткодержа-

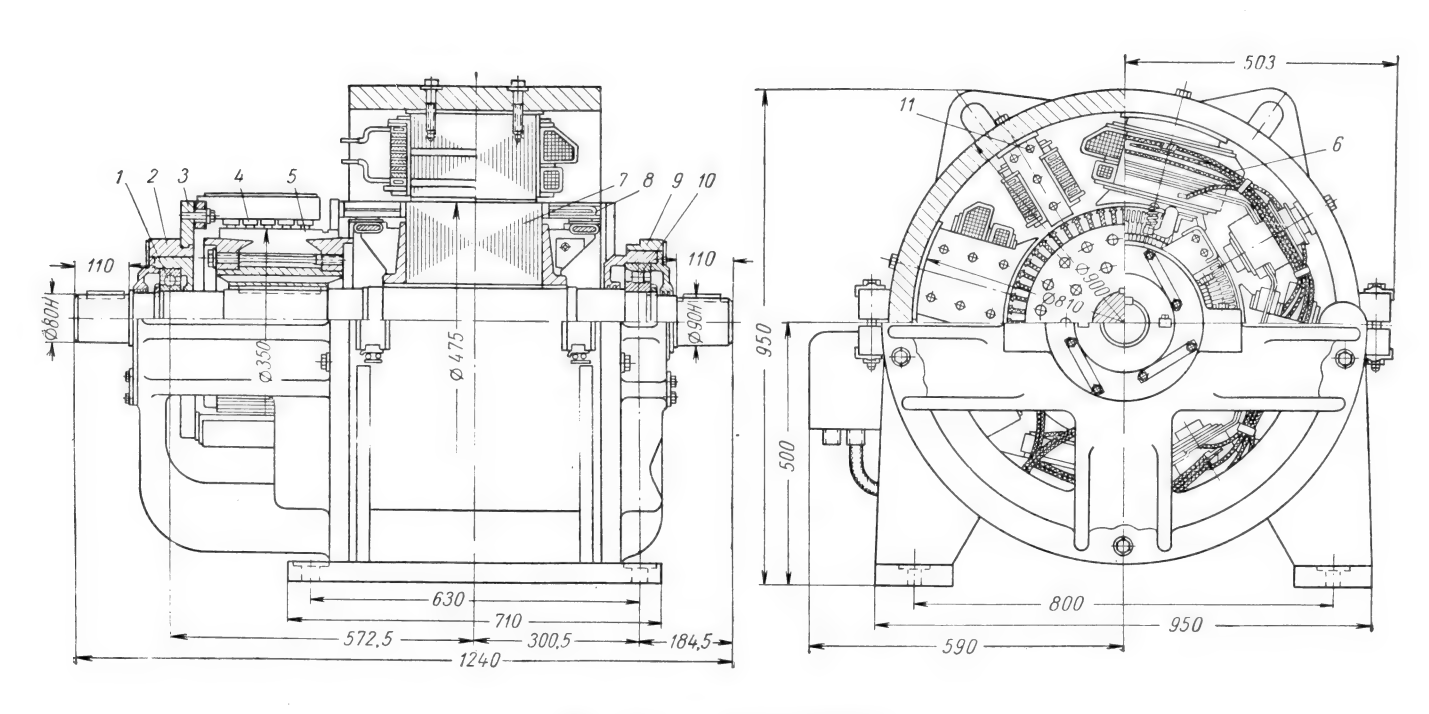


Рис. 114. Генератор ПЭМ-2000

тели *4* крепятся на четырех бракетах, которые привинчиваются к траверсе *3*, сидящей на специальной заточке ступицы подшипникового щита *2*. Выводы обмоток находятся сбоку на станине.

Генератор собственных нужд имеет якорь, насаженный на вал генератора ПЭМ-1000.

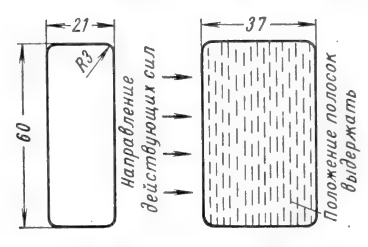


Рис. 115. Колодка муфт пятимашинного агрегата

Технические данные генераторов ЭКГ-4,6А и ЭКГ-4,6Б, выполненных по системе управления СМУГ—Д, представлены в табл. 20, а генераторов, выполненных по системе управления ТГ—Д, — в табл. 21.

Комплект запчастей, поставляемых с экскаватором, для генераторов указан в прилож. I (табл. 5).

Соединение между отдельными генераторами и приводным асинхронным двигателем осуществляется с помощью эластичных муфт, имеющих резиновые колодки (рис. 115).

В качестве приводного двигателя агрегата экскаваторов ЭКГ-4,6А и ЭКГ-4,6Б принят высоковольтный асинхронный ко-

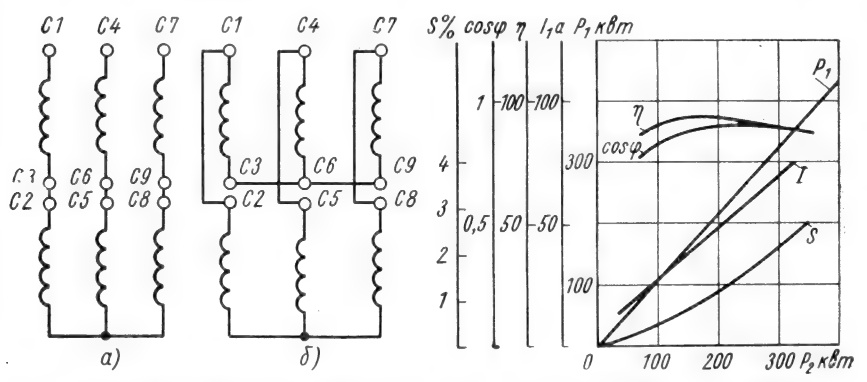


Рис. 116. Схема соединения выводных концов на клеммной доске электродвигателя АЭ-113-4

Рис. 117. Рабочие характеристики электродвигателя АЭ-113-4

роткозамкнутый двигатель типа АЭ-113-4, имеющий следующую характеристику:

Мощность в *квт*	250
Напряжение в *в*	6000/3000
Ток статора в *а*	29,7/59,4
Число оборотов в минуту	1470
Частота в *гц*	50
К. п. д. в %	92
Кратность максимального момента	2,2

Исполнение двигателя — защищенное, горизонтальное, на двух шарикоподшипниках 322. Вращение двигателя — по часовой

Таблица 20

Технические данные генераторов постоянного тока типа ПЭМ

Наименование данных	Генераторы			Возбудитель МП-542-1/2
	подъема ПЭМ-2000	поворота и хода [1] ПЭМ-1000	напора ПЭМ-400	
Мощность в *квт*	192	80/100	42	12
Число оборотов в минуту	1480	1480	1480	1480
Номинальное напряжение в *в*	451	383/610	375	115
Номинальный ток в *а*	425	209/164	112	104,5
Ток независимой обмотки возбуждения в *а*	12,8+12,8	$\frac{9{,}8+9{,}8}{8{,}7+8{,}7}$	10+10	—
Ток обмотки самовозбуждения при холостом ходе в *а*	4,14	2,28/2,04	2,00	3,7
Класс изоляции	В (по ГОСТу 8865—58)			
Обмотка якоря				
Схема обмотки	Комбинированная	$\frac{\text{Петлевая}}{\text{Волновая}}$	Волновая	Волновая
Число витков на полюс	46,5	$\frac{230/4}{195/4}$	205/4	155
Сопротивление обмотки при 15° С в *ом*	0,01215	$\frac{0{,}021}{0{,}057}$	0,0548	0,0425
Обмотка независимого возбуждения				
Число витков в катушке на полюс	300	330	287	
Соединение катушек	Последовательно-параллельное			—
Сопротивление всей обмотки при 15° С в *ом*	1,5	1,72	1,73	—
Обмотка самовозбуждения				
Число витков в катушке на полюс	400	600	510	590
Соединение катушек	Последовательное			
Сопротивление всей обмотки при 15° С в *ом*	17,8	32	30	18,8
Компаундная обмотка				
Число витков в катушке	—	—	—	5
Сопротивление при 15° С в *ом*	—	—	—	0,00432
Соединение катушек	—	—	—	Последовательное

Наименование данных	Генераторы подъема ПЭМ-2000	Генераторы поворота и хода [1] ПЭМ-1000	Генераторы напора ПЭМ-400	Возбудитель МП-542-1/2
Обмотка дополнительных полюсов				
Число витков катушки на полюс	14	36/31	33	25
Соединение катушек	Последовательное	Последовательно-параллельное	Последовательное	
Сопротивление всей обмотки при 15° С в *ом*	0,004	$\frac{0,00755}{0,0228}$	0,01848	0,0164
Щетки (марка ЭГ-4)				
Размеры в *мм*	25×32	20×32	20×32	16×25
Число на бракет . . .	5	3/2	2	2

[1] В числителе — для генератора ПЭМ-1000, 383 *в*, 209 *а*, в знаменателе — для генератора ПЭМ-1000, 610 *в*, 164 *а*.

Таблица 21

Технические данные генераторов типа ПЭ

Наименование данных	Генераторы подъема ПЭ-2000	Генераторы поворота ПЭ-1000	Генераторы напора и хода ПЭ-400	Возбудитель типа МП-542-1/2
Мощность в *квт* . . .	192	80	40	12
Число оборотов в минуту	1480	1480	1480	1480
Напряжение при холостом ходе, номинальное в *в*	547—451—26	454—383—45	450—390—30	115
Ток короткого замыкания в *а*	1000	580	320	104,5 (номинальный)
Ток независимого возбуждения в *а* . . .	14,6	6,6	6,6	—
Ток самовозбуждения при холостом ходе в *а*	4,8	4,2	4,2	3,7 (номинальный)
Число полюсов	4	4	4	4
Воздушные зазоры:				
под главным полюсом	2,5	2	2	2

Наименование данных	Генераторы			Возбудитель типа МП-542-1/2
	подъема ПЭ-2000	поворота ПЭ-1000	напора и хода ПЭ-400	
под дополнительным полюсом	8,4 у якоря; 2 у станины	6	7	3
Обмотка якоря				
Число пазов	62	46	41	39
Число стержней в пазу:				
рядом	12/3	10/5	10/5	16/4
друг над другом	4	2	2	4
Число коллекторных пластин	186	230	205	155
Схема обмотки	Комбинированная, 2×4 параллельных ветвей	Петлевая, 4 параллельных ветви	Волновая, 2 параллельных ветви	Волновая, 2 параллельных ветви
Шаг по пазам	Петлевой 1—16, волновой 1—17	1—12	1—11	1—11
Сопротивление якоря между пластинами коллектора в *ом*	1÷94= =0,01215	$1\div116=\frac{0,084}{4}$	1÷52= =0,0548	1÷10= =0,0425
Сечение обмоточной меди в *мм*	1,81×69	1,25×12,5	1,25×12,5	ПБД 1×5,9
Вес обмоточной меди в *кг*	62	42	27,5	12,3
Обмотка независимого возбуждения				
Число витков в катушке	200	275	210	—
Соединение катушек	Последовательное			—
Сопротивление всей обмотки в *ом*	2,78	5,1	3,16	—
Марка и размер обмоточной меди в *мм*	ПБД ∅ 2,63	ПБД ∅ 2,1	ПБД ∅ 1,95	—
Класс изоляции	А	А	А	—
Вес обмоточной меди в *кг*	43	32	19,2	—

Наименование данных	Генераторы подъема ПЭ-2000	Генераторы поворота ПЭ-1000	Генераторы напора и хода ПЭ-400	Возбудитель типа МП-542-1/2
Обмотка самовозбуждения				
Число витков в катушке	930	980	747	590
Соединение катушек	Последовательное			
Сопротивление всей обмотки в *ом*	48,8	53	32,8	18,8
Марка и размер обмоточной меди в *мм*	ПБО ∅ 1,35	ПБО ∅ 1,25	ПБО ∅ 1,16	ПБО ∅ 1,16
Класс изоляции	A	A	A	A
Вес обмоточной меди в *кг*	52,5	42	48	11
Противокомпаундная обмотка				
Число витков в катушке	5	6	4	5
Соединение катушек	В 2 параллельные группы		Последовательное	
Сопротивление всех катушек в *ом*	0,000975	0,00382 (одной ветви)	0,003	0,00432
Сечение обмоточной меди в *мм*	2,63×35	1,56×30	1,95×30	1,81×19,5
Класс изоляции	B	B	B	B
Вес обмоточной меди в *кг*	16,5	8,5	5,3	2,7
Щетки (марка ЭГ-4)				
Размеры для радиальных щеткодержателей в *мм*	25×32	20×32	20×32	16×25
Число на болт	5	3	2	2
Обмотка дополнительных полюсов				
Число витков в катушке	14	36	33	25
Соединение катушек	Последовательное	В 2 параллельные группы	Последовательное	
Сопротивление всех катушек в *ом*	0,0041	0,0151	0,01848	0,0164
Сечение обмоточной меди в *мм*	6×35	1,95×25	2,1×30	1,81×19,5
Класс изоляции	B	B	B	B
Вес обмоточной меди в *кг*	67,5	36	38	10,2
Подшипники				
Со стороны коллектора	318	314	314	—
» » привода	2320	2320	2318	—

стрелке (если смотреть в торец вала и видеть выводные концы справа). В выводную коробку двигателя выведено девять концов обмоток статора (рис. 116, *а* и *б*), позволяющих сделать подключения на напряжение 6000 или 3000 *в*. Рабочие характеристики двигателя приведены на рис. 117. В комплект запчастей двигателя входит 13 секций статора (черт. 5БН.523.202.2).

ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ ТОКОПРИЕМНИК

Высоковольтный токоприемник экскаватора ЭКГ-4,6А и ЭКГ-4,6Б передает напряжение 6000/3000 *в* от вводных изоляторов нижней рамы на распределительное устройство, находящееся

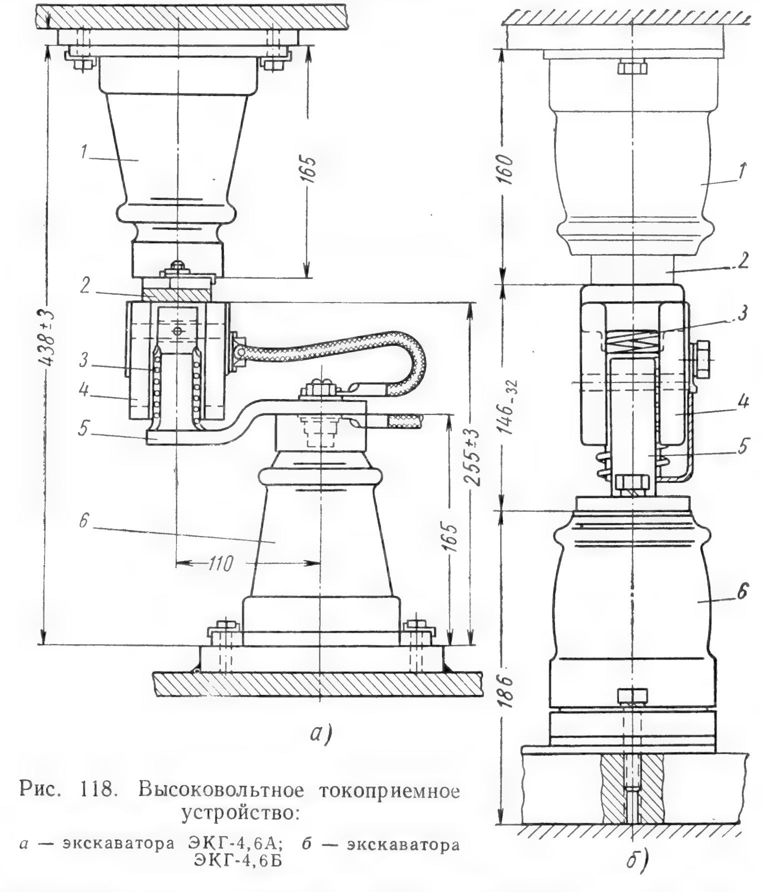


Рис. 118. Высоковольтное токоприемное устройство:

а — экскаватора ЭКГ-4,6А; *б* — экскаватора ЭКГ-4,6Б

внутри экскаватора. Токоприемное устройство состоит из трех стальных колец и трех токоприемников, установленных на нижней раме (рис. 118). Стальные контактные кольца смонтированы

на изоляторах *1* типа ОА-6, которые крепятся к поворотной платформе. Токосъем производится с помощью чугунных башмаков. Башмак *4* установлен на основании токоприемника *5*, закрепленного на двух опорных изоляторах *6*, и при помощи пружины *3* нажимает на контактное кольцо. Площадь контактного чугунного башмака должна иметь надежный контакт со стальным кольцом *2*.

ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ ШКАФ

Высоковольтный распределительный шкаф 2КВЭМ-6 служит для приема и распределения на экскаваторе электроэнергии переменного трехфазного тока промышленной частотой 50 *гц*, напряжением 6 или 3 *кв*.

Техническая характеристика шкафа

Номинальное напряжение в *кв*	6
Номинальный ток в *а*	100
Мощность отключения выключателя в *Мвт*	15
Ток отключения встроенного в шкаф выключателя в *а*	1300
Испытательное напряжение шкафа в *кв*	35
Габаритные размеры шкафа в *мм*:	
ширина	830
длина	1110
высота	2040
Вес шкафа с аппаратурой в *кг*	580

Ошиновка шкафа соответствует устойчивости высоковольтного выключателя (амплитуда предельного сквозного тока короткого замыкания 16,8 *ка*, десятисекундный ток термической устойчивости 6 *ка*). Все части шкафа, находящиеся под напряжением, закрыты, но легко доступны после отключения шкафа от электросети.

Шкаф (рис. 119) разделен на четыре камеры (отсека): *I* — для масляного выключателя, *II* — для предохранителей, *III* — для разъединителя и *IV* — для приборов управления и защиты вспомогательных механизмов. В камере *I* на двух съемных уголках установлен масляный выключатель ВМЭ-6 (*7*). В промежутке между масляным выключателем и передней стенкой шкафа размещается механическая блокировка против ошибочных операций. На передней стенке камеры установлен привод ПМ-10 (*6*) к выключателю и привод ПР-10 (*5*) к разъединителю, а также штепсельная розетка *8* на 12 *в* и ящик сопротивлений *9*. С правой стороны через камеры *I* и *III* проходит высоковольтный кабель.

В камере *II* установлены три высоковольтных предохранителя ПКЭ-6 (*4*) на 5 *а* и блокировка двери. Доступ в камеру осуществляется через проем, который закрыт дверью, сблокированной с разъединителем.

В камере *III* установлен разъединитель РВ-6/600 (*3*). Доступ к нему возможен только после открывания верхней задней двери шкафа специальным ключом.

В камере *IV* установлены автоматы серий А-3100 и АП-50, а на съемной плите — два контактора типа КТ-32/3Б (*1*) и понижающий трансформатор типа ОСО-0,25 (*2*). На правой стенке камеры расположена клеммная сборка вторичной коммутации, лампа для освещения на 12 *в* (40 *вт*) и выключатель.

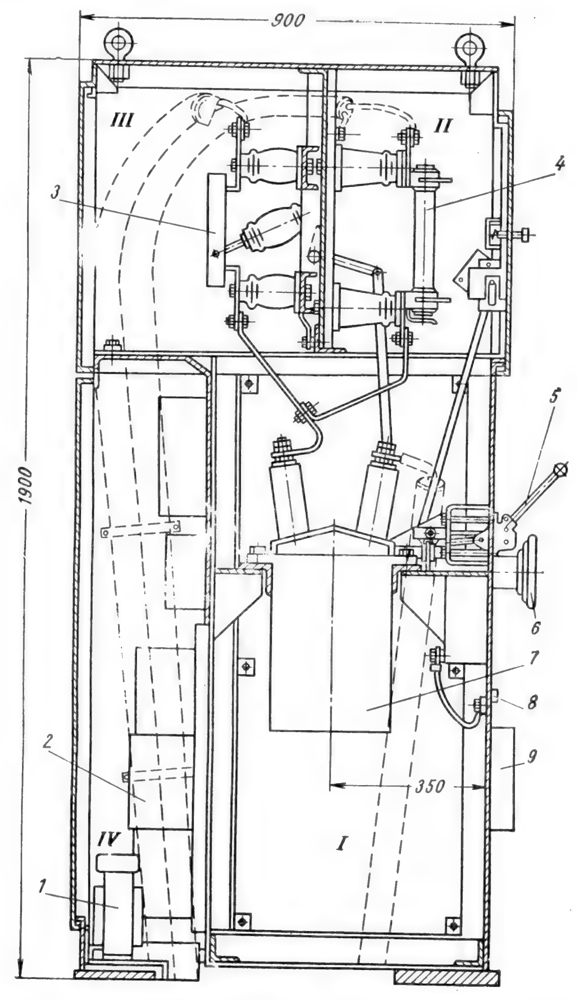


Рис. 119. Высоковольтный распределительный шкаф 2КВЭМ-6

Для проводов освещения внутри шкафа предусмотрены отверстия в средней и верхней крышках. Отверстие в верхней крышке при транспортировке шкафа закрывается заглушкой. С задней стороны шкафа камера закрыта дверью.

Ошиновка шкафа имеет отличительную окраску: левая фаза А — желтую, средняя фаза В — зеленую и правая фаза С — красную.

Блокировка шкафа исключает возможность: а) включать и отключать разъединитель при включенном масляном выключателе; б) открывать верхнюю фасадную дверь при включенном разъединителе; в) включать разъединитель при открытой верхней фасадной двери.

ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ ВМЭ-6

Выключатель типа ВМЭ-6 (рис. 120) предназначен для закрытых установок высокого напряжения переменного тока с частотой 50 *гц*. Выключатель относится к классу баковых масляных выключателей, в которых масло служит не только дугогасящей средой, но и изоляцией между токоведущими и заземленными частями, между полюсами и разомкнутыми контактами. Все три полюса выключателя помещены в один общий бак. Каждый полюс имеет простой разрыв, без специальных дугогасительных устройств. Управляется выключатель ручным приводом типа ПР-10.

Литая чугунная крышка *3* является основной частью выключателя, к которой крепятся все его узлы и которой сам выключатель крепится к поддерживающей конструкции распределительного устройства. Через крышку пропущены и укреплены в ней фарфоровые изоляторы *1*. Верхние концы токоведущих стержней изоляторов имеют резьбу и две гайки для присоединения шин, на нижних концах устанавливаются неподвижные контакты выключателя.

Контактная система выключателя состоит из рабочих и дугогасительных контактов. Рабочими неподвижными контактами являются медные скобы *12*, прикрепленные к нижним концам токоведущих стержней *5* изоляторов, а подвижными контактами — контакты *6* щеточного типа, набранные из тонких пластин твердой меди и прикрепленные к изоляционной штанге *4*. Дугогасительными неподвижными контактами являются латунные угольники *11*, прикрепленные к рабочим контактам, а подвижными контактами — медные пластины *13* с латунными наконечниками. Контактное давление создается расположенными под подвижными контактами плоскими стальными пружинами *7*. Дугогасительные контакты размыкаются после рабочих контактов, и при отключении на них возникает дуга.

Приводной механизм выключателя *2* расположен под крышкой; главный вал его выведен через крышку наружу для соединения с приводом. К горизонтальной траверсе механизма прикреплены изолирующие штанги с подвижными контактами. Прямолинейное движение траверсы, а вместе с ней и подвижных контактов обеспечивается двумя направляющими стержнями, укрепленными

в крышке и проходящими сквозь отверстия в траверсе. На эти стержни надеты отключающие пружины, которые сжимаются при поднимании траверсы в процессе включения и ускоряют движение контактов при отключении.

Включение выключателя производится поворотом главного вала приводного механизма по часовой стрелке на угол около 80°. Во

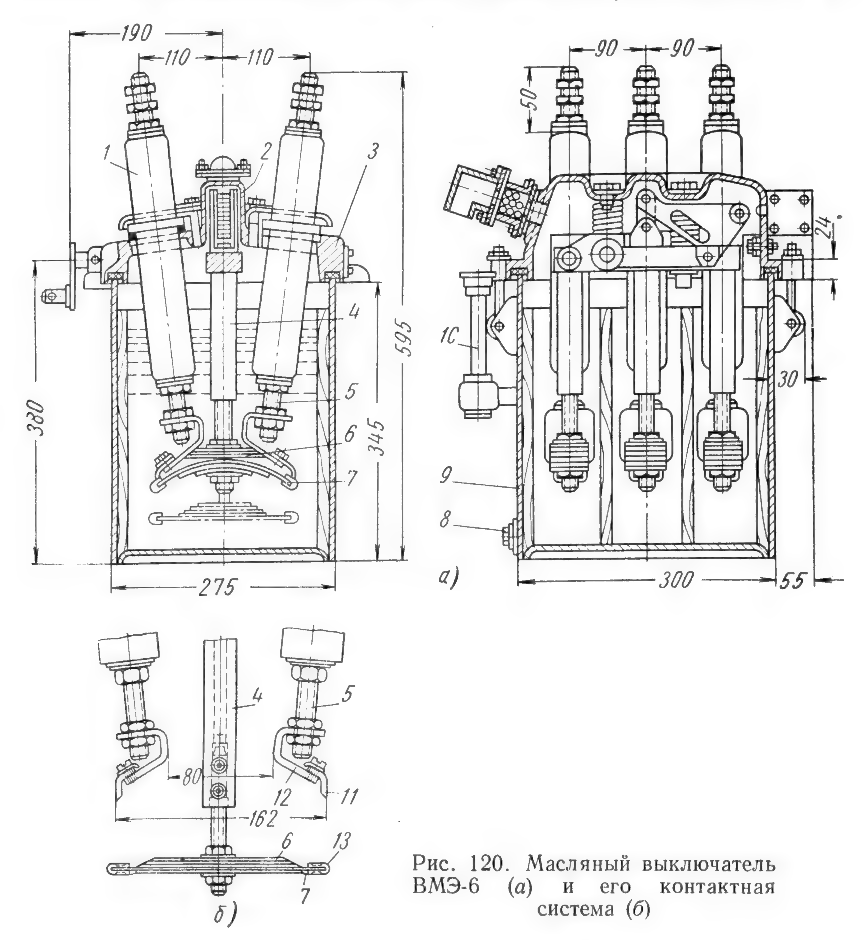


Рис. 120. Масляный выключатель ВМЭ-6 (*а*) и его контактная система (*б*)

включенном положении выключатель удерживается защелкой привода. Отключение выключателей происходит после освобождения защелки привода под действием собственного веса его подвижных частей и отключающих пружин. Для определения включенного и отключенного положения выключателя на крышке устанавливается щиток с соответствующими надписями и указательной стрелкой, закрепленной на валике приводного механизма. Щиток

расположен так, что наблюдение можно производить со стороны привода, не входя в камеру.

Бак *9* закрывает контакты и внутренние части выключателя. Он имеет прямоугольную форму и подвешивается к крышке четырьмя стяжными шарнирными болтами. Между крышкой и баком установлена уплотняющая прокладка, заложенная в паз крышки. Для устранения возможности переброса дуги на заземленный бак и между фазами внутренние стенки бака изолированы фанерными обкладками, а внутренняя полость бака разделена на три части межполюсными (фанерными) перегородками. Бак имеет маслоуказатель *10* и маслосливное отверстие, заглушенное болтом *8*. Вес бака с маслом около 25 *кг*.

Технические данные выключателя ВМЭ-6 с приводом ПМ-10

Напряжение в *кв*:		
номинальное	3	6
наибольшее рабочее	3,5	6,9
Номинальный ток в *а*	200	200
Предельный сквозной ток в *ка*:		
эффективный	10	10
амплитудный	16,8	16,8
Ток термической устойчивости в *ка* для промежутка времени:		
1 *сек*	10	10
5 »	8,5	8,5
10 »	6	6
Номинальный ток отключения в *ка*	3,3	1,4
Мощность отключения в *Мва*	17	15
Собственное время отключения выключателя в *сек*	0,15	—
Вес в *кг*:		
выключателя без масла	55	—
масла	15	—
Наибольший выключающий момент на валу выключателя в *кГ·м*	4	—

ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ ЭКСКАВАТОРА

Экскаваторы ЭКГ-4,6А и ЭКГ-4,6Б в забое получают электроэнергию от воздушной электросети трехфазного тока напряжением 6000 или 3000 *в* через наружное распределительное устройство (рис. 121). От зажимов опорных изоляторов вводного устройства ток по кабелю, проложенному по нижней раме экскаватора, подается к высоковольтному токоприемнику, установленному в камере между нижней рамой и поворотной платформой. От токоприемника электроэнергия через высоковольтный разъединитель и масляный выключатель распределительного устройства 2КВЭ-6 подается на приводной двигатель преобразовательного агрегата, а через высоковольтные предохранители — на трансформатор собственных нужд. На задней стенке нижней рамы экскаваторов ЭКГ-4,6А установлен высоковольтный вводный ящик, служащий для присоединения высоковольтного питающего кабеля (типа

КШВГ сечением 3×16+1×6 *мм*) и переключений фаз после переноса воздушной линии и кабеля. У экскаваторов ЭКГ-4,6Б высоковольтное вводное устройство выполнено внутри нижней рамы, что уменьшает попадание влаги внутрь вводного устройства и облегчает его обслуживание.

Внутри высоковольтного ящика экскаватора ЭКГ-4,6А или высоковольтного ввода экскаватора ЭКГ-4,6Б устанавливаются

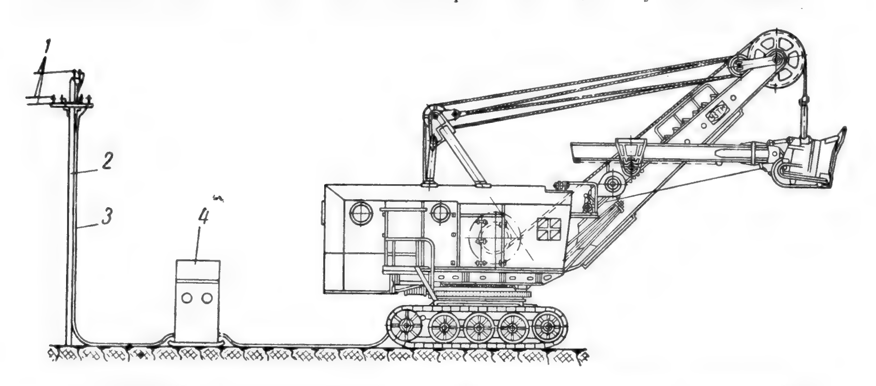


Рис. 121. Схема высоковольтной токоподводящей системы экскаватора:
1 — высоковольтная линия; *2* — опора; *3* — кабель; *4* — распределительное устройство РВНО

три высоковольтных фарфоровых изолятора типа ОА-6. Фазы высоковольтного питающего кабеля закрепляются на изоляторах, заземляющая жила и оплетка кабеля закрепляются на заземляющей бонке. Отверстие для ввода высоковольтного кабеля в вводный ящик или устройство оборудовано специальным сальниковым уплотнением. Чтобы предупредить выдергивание высоковольтного кабеля из вводного ящика или устройства при передвижении экскаватора, на кабель накладывают предохранительную сетку, конец которой крепится на крючке нижней рамы.

ДВУХТАКТНЫЕ БЛОКИ СИЛОВЫХ ТРЕХФАЗНЫХ МАГНИТНЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

Магнитные усилители, представляющие собой электромагнитные аппараты, широко применяются в современных схемах управления электроприводами экскаваторов, нефтебуровых установках, установках для проходки стволов шахт и других машинах. Это объясняется их высокими техническими и эксплуатационными качествами. Основные их преимущества следующие:

1) высокая степень надежности вследствие большого срока службы всех элементов, применяемых в магнитных усилителях; 2) отсутствие подвижных частей, большая прочность всех элементов магнитных усилителей, возможность больших перегрузок,

нечувствительность к вибрациям и тряске; 3) возможность размещения большого количества управляющих обмоток, что позволяет наиболее просто производить суммирование управляющих сигналов; 4) большой коэффициент усиления по мощности; 5) простота конструкции и изготовления магнитных усилителей, обеспечивающая легкий монтаж их на панелях управления.

Двухтактные блоки силовых трехфазных магнитных усилителей служат для управления главными электроприводами по системе генератор — двигатель. Блоки применяются двух типов ПДД-1,5В и ПДД-1,5ВА. Каждый блок состоит из двух трехфазных магнитных усилителей (1СМУ и 2СМУ), питающих трансформаторов и селеновых выпрямителей. Магнитные усилители соединены по реверсивной схеме.

Нагрузкой двух силовых магнитных усилителей служит уравновешенный мост, состоящий из двух одинаковых ветвей полуобмоток независимого возбуждения генератора и двух балластных сопротивлений, равных по величине сопротивлению полуобмоток независимого возбуждения. Поэтому мост сбалансирован и работа одного магнитного усилителя не влияет на работу другого.

Обмотки управления в обоих типах магнитных усилителей соединены последовательно и навстречу друг другу. Вследствие этого изменение управляющего сигнала приводит к возрастанию напряжения на выходе одного усилителя при одновременном уменьшении выходного напряжения второго магнитного усилителя; при равенстве токов магнитных усилителей ток выхода равен нулю. По балластным сопротивлениям протекает сумма токов магнитных усилителей, а по обмоткам возбуждения генератора—их разность.

Для более полного использования мощности обоих усилителей, а также повышения реального коэффициента усиления системы, обоим усилителям задается некоторое постоянное подмагничивание — смещение от постороннего источника тока. Величина смещения выбирается так, чтобы начальная рабочая точка каждого усилителя лежала бы примерно по середине рабочей части его характеристики. Для задания смещения используется одна из обмоток управления. Обмотка смещения питается от вторичной обмотки понизительного трансформатора через выпрямители. Последовательно с обмотками включены регулировочные сопротивления, при помощи которых можно регулировать ток смещения отдельно в каждом усилителе. Это необходимо для установки начальных токов с учетом различия характеристик магнитных усилителей, входящих в блок.

Блок силового магнитного усилителя ПДД-1,5В (рис. 122) имеет шесть обмоток управления, одна из которых используется для задания смещения. Магнитные усилители имеют шесть пакетов, сшихтованных из холоднокатаной трансформаторной стали. На каждом пакете намотано по две катушки переменного тока, соединенных последовательно.

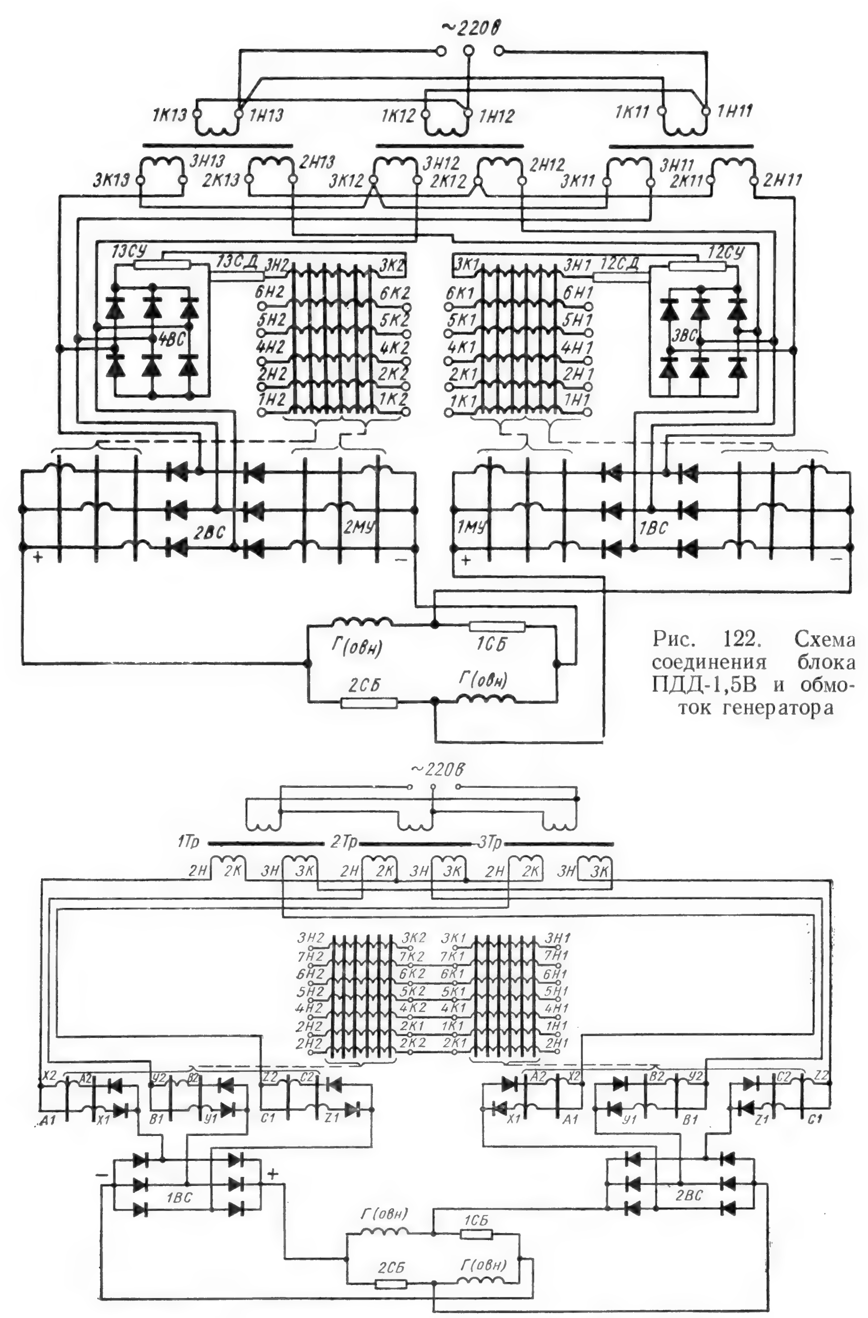


Рис. 122. Схема соединения блока ПДД-1,5В и обмоток генератора

Рис. 123. Схема блока ПДД-1,5А с вынесенным мостом

В модернизированном блоке типа ПДД-1,5ВА магнитные усилители и выпрямители соединены по схеме с вынесенным выпрямленным мостом (рис. 123), в результате чего характеристики магнитного усилителя существенно улучшились: увеличился коэффициент усиления по току примерно вдвое (рис. 124). При индуктивной нагрузке характеристика управления магнитного усилителя остается линейной.

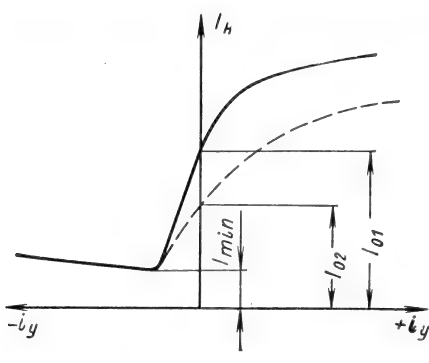


Рис. 124. Характеристики блоков ПДД-1,5В (сплошная линия) и ПДД-1,5ВА (пунктирная)

За счет большего коэффициента усиления по току в модернизированном блоке оказалось возможным уменьшить объем меди обмоток управления магнитных усилителей, в результате чего выходная мощность блока увеличилась при сохранении прежних габаритных размеров. Увеличенная выходная мощность блока ПДД-1,5ВА позволила осуществить форсирование переходных процессов в электроприводах и повысить стабильность их механических характеристик.

Технические данные блоков

	ПДД-1,5В	ПДД-1,5ВА
Мощность в *квт*	1,5	1,8
Напряжение питания (линейное) в *в*	220/380	220/380
Частота питающей сети в *гц*	50	50
Номинальный ток нагрузки в *а*	28	28
Сопротивление нагрузки (омическое) в *ом*	1,9	2,28
Вторичное напряжение трансформатора (линейное) в *в*	70	90
Габаритные размеры в *мм*	377×550××700	375×550××700

Однофазный трехобмоточный трансформатор имеет следующие данные: мощность 1,3 *ква*, частоту 50 *гц*, напряжение 220/52 *в*. В блоке три однофазных трансформатора соединяются в трехфазный по схеме $\frac{\triangle}{\curlywedge}$.

Обмоточные данные магнитных усилителей блоков приведены в табл. 22.

Модернизированный блок ПДД-1,ВА имеет шесть обмоток управления и одну обмотку смещения. Назначение обмоток управления магнитных усилителей блока следующее:

ОУ-I — отрицательная жесткая обратная связь по току главной цепи;
ОУ-II — задающая обмотка;
ОУ-III — обмотка смещения;

ОУ-IV — отрицательная гибкая обратная связь по току главной цепи;

ОУ-V — отрицательная жесткая обратная связь по току главной цепи;

ОУ-VI — отрицательная гибкая обратная связь по напряжению генератора;

ОУ-VII — отрицательная жесткая обратная связь по напряжению генератора.

Таблица 22

Обмоточные данные магнитных усилителей блоков ПДД-1,5В и ПДД-1,5ВА *

Наименование обмоток	Обозначение выводов обмоток	Номинальный ток в *а*	Допустимый ток в *а*	Число витков	Размер провода в *мм*	Сопротивление в *ом*
Обмотка переменного тока	А—Х	9,33/9,33	12/12	190/240	1,25×3,28/1,25×3,28	0,14/0,18
То же	В—У	9,33/9,33	12/12	190/240	1,25×3,28/1,25×3,28	0,14/0,18
Обмотка управления	1Н—1К	3/0,8	5,2/1,2	60/120	1,74/0,69	0,28/3,1
» »	2Н—2К	0,2/0,2	0,6/0,6	280/180	0,57/0,57	18,4/8,2
» »	3Н—3К	0,2/0,2	0,25/0,25	140/135	0,33/0,33	18,6/18
» »	4Н—4К	—	0,6/0,6	315/225	0,57/0,57	12,5/9,5
» »	—/5Н—5К	—/0,8	—/1,2	—/12,0	—/0,69	—/3,1
» »	5Н—5К/6Н—6К	—	0,6/1,2	315/225	0,57/0,69	13/6,6
» »	6Н—6К/7Н—7К	0,2/0,2	0,25/0,25	560/265	0,33/0,33	72,5/36,6

* В числителе — величины, относящиеся к блоку ПДД-1,5В, в знаменателе — относящиеся к блоку ПДД-1,5ВА

КОМАНДОКОНТРОЛЛЕРЫ

Командоконтроллеры служат для управления через цепи постоянного тока главными приводами экскаваторов. Для механизмов подъема и напора применяются командоконтроллеры ЭК-8200 (рис. 125) с ручным приводом, а для механизма поворота — хода — командоконтроллер ЭК-8250 (рис. 126) с ножным приводом.

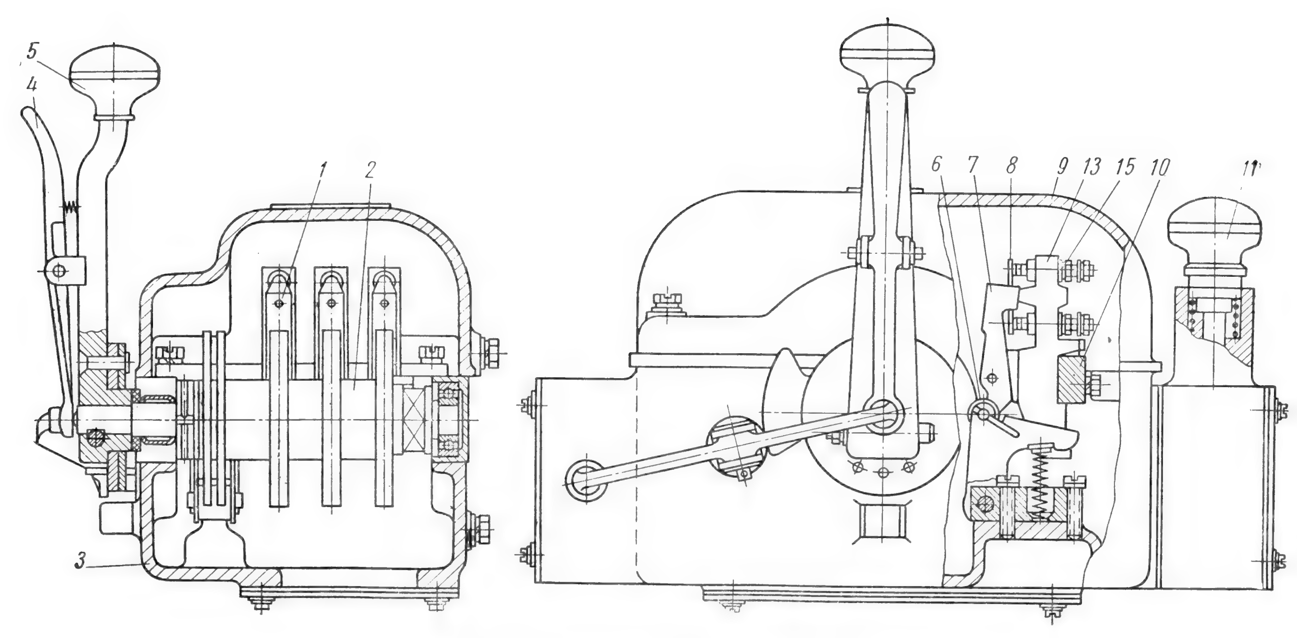


Рис. 125. Командоконтроллер ЭК-8200

Рис. 126. Командоконтроллер ЭК-8250

Все командоконтроллеры выпускаются в защищенном исполнении и имеют по шесть элементов с наибольшим числом положений 5—0—5.

Контактная система командоконтроллеров, состоящая из кулачковых элементов *1* и кулачкового барабана *2*, встроена в литой корпус *3*, который закрывается съемной крышкой *9*. В дне корпуса предусмотрено отверстие для ввода проводов.

Кулачковые элементы, смонтированные на рейке *10*, состоят из изолятора *13*, рычага *7* с подвижным мостиковым контактом *8* на одном конце и роликом *6* — на другом, и неподвижных контактов *15*. Зажимы присоединения находятся на изоляторе кулачкового элемента.

Кулачковый барабан представляет собой стальной вал с изоляционными кулачковыми шайбами, который вращается в подшипниках качения. При повороте барабана выступ или впадина кулачковой шайбы набегает на ролик рычага, заставляя последний поворачиваться вокруг оси, соединяющей рычаг с изолятором. Поворот рычага вызывает соответственно размыкание или замыкание контактов.

У командоконтроллеров механизмов подъема и напора приводом для вала служит рукоятка *5* (рис. 125), насаженная непосредственно на конец вала, а у командоконтроллеров поворота—хода — педали *12* (рис. 126), связанные с сектором, который, в свою очередь, связан с валом посредством зубчатой передачи. Рукоятка командоконтроллеров механизмов подъема и напора фиксируется на всех положениях храповым механизмом. На рукоятке имеется рычаг *4*, который воздействует на кнопку, встроенную в корпус контроллера. На корпусе имеется еще одна кнопка *11* с независимым приводом, с нормально закрытым и нормально открытым контактами.

У командоконтроллеров механизма поворота — хода храпового механизма нет и педали не фиксируют кулачковый барабан, но аппарат имеет пружину *14*, осуществляющую возврат педалей в нулевое положение.

Коммутационная способность кулачковых элементов в зависимости от напряжений и рода тока приведена ниже.

Техническая характеристика командоконтроллеров ЭК-8250 и ЭК-8200

Номинальное напряжение в *в*	До 500
Допустимый длительный ток в *а*	10
Включаемый ток в *а*	50
Разрывной ток в *а* при индуктивной нагрузке постоянного тока для напряжения:	
110 *в*	2,5
220 »	1,5
440 »	0,5
То же, при переменном токе для напряжения до 500 *в*	10

РЕЛЕ ДАВЛЕНИЯ

Реле давления типа АК-11Б (рис. 127) предназначено для автоматического включения и выключения электродвигателя компрессора в зависимости от давления воздуха в главном резервуаре. Давление воздуха через резиновую мембрану *12* передается на упор *11* и уравновешивается пружиной *6*. При снижении давления воздуха упор силой пружины *9* опускается вниз, что приводит к замыканию контакта *7*. Подвижной контакт связан с упором

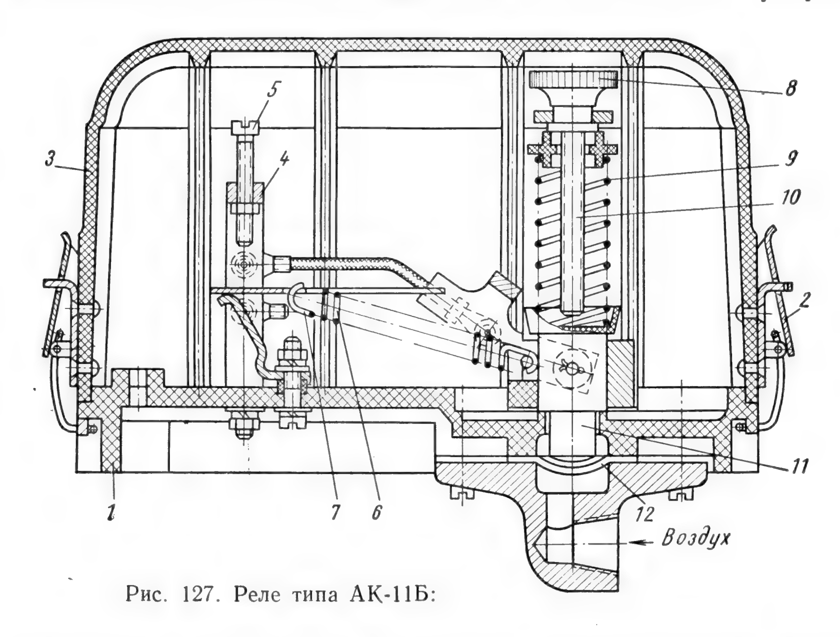
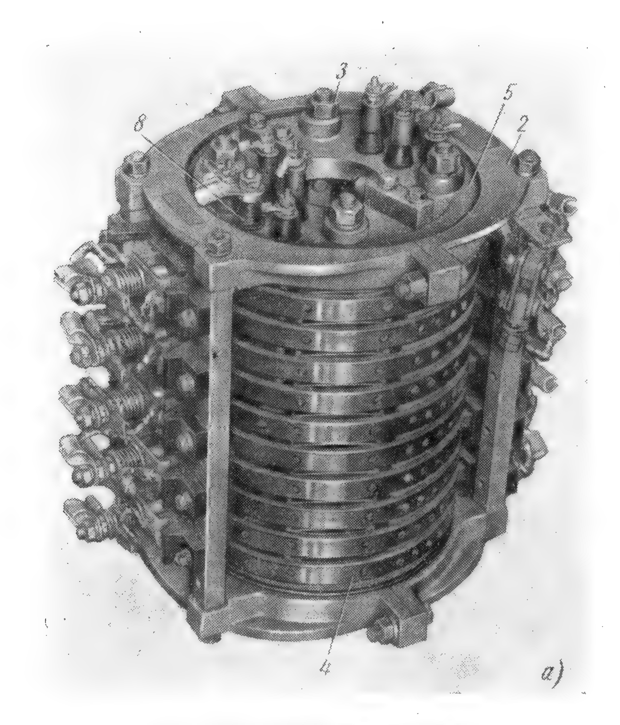


Рис. 127. Реле типа АК-11Б:

посредством специального механизма, осуществляющего мгновенное замыкание и размыкание контактов независимо от скорости движения штока. Детали регулятора давления монтируются на основании *1* и закрываются кожухом *3*, который крепится к основанию двумя замками *2*.

Величину давления выключения регулируют вращением головки винта *8* и определяют ее нажатием пружины *9*, а давление включения — изменением раствора контактов в зависимости от величины перепада давления (разность давлений отключения и включения). Это устанавливается винтом-упором *5*. Если снизить давление включения до необходимой величины увеличением раствора контактов не удается, допускается подпиливание конца винта *10*. После регулирования винт *8* необходимо запломбировать, а винт-упор *5* закрепить гайкой *4*.

Установленные величины давления и выключения обычно пишут эмалью на корпусе регулятора около заводского щитка.



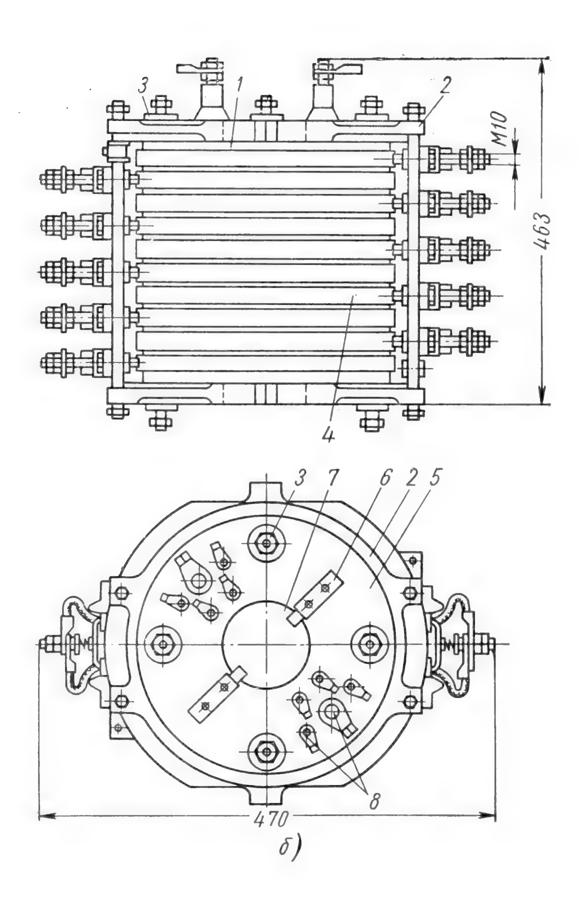


Рис. 128. Токоприемник К-5:
а — общий вид; *б* — чертеж

Техническая характеристика регулятора давления типа АК-11Б

Напряжение в *в*	220
Длительный ток в *а*	20
Наименьший рабочий раствор контактов в *мм*	5
Давление включения в *ат*:	
нижний предел, не менее	3
верхний предел, не более	9
Перепад давления в *ат* при растворе контактов:	
до 5 *мм*	1,4
до 15 *мм*	От 1,8 до 2,1

На машинах, поставляемых для стран с тропическим климатом, устанавливается регулятор АК-11А-3, который отличается от регулятора АК-11Б наличием камеры и искрогасительной катушки с полюсами, а также изоляционной прокладки под основанием, позволяющей использовать регулятор при напряжении до 500 *в*.

НИЗКОВОЛЬТНЫЙ КОЛЬЦЕВОЙ ТОКОПРИЕМНИК

Низковольтный кольцевой токоприемник К-5 на экскаваторах ЭКГ-4,6А и ЭКГ-4,6Б предназначен для передачи постоянного и переменного тока от генератора поворота к двигателю механизма хода и от трансформатора собственных нужд к электродвигателю гидросистемы.

Кольцевой токоприемник (рис. 128) состоит из кольцевого барабана *1* и обоймы *2* со щетками. Барабан имеет четыре стальные (квадратного сечения) стойки *3*, закрепленные с обоих концов в опорных кольцах *5*. Токоприемник крепится к колонне *7* двумя шпонками *6*, вставляемыми в отверстия колонны перпендикулярно ее оси. К стойкам *3* крепятся пластмассовые изоляторы, на которые привинчиваются медные контактные кольца *4*. Все кольца (опорные и контактные) разъемные, из двух половин, для облегчения их замены при эксплуатации. Для присоединения привода каждое контактное кольцо имеет по одной выводной шпильке *8* с кабельным наконечником. Все десять шпилек расположены на верхней стороне токоприемника.

Глава VIII

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГЛАВНЫМИ ПРИВОДАМИ КАРЬЕРНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

На современных карьерных экскаваторах основные рабочие механизмы приводятся во вращение двигателями постоянного тока, которые получают питание от индивидуальных управляемых генераторов.

Для управления двигателями главных приводов экскаваторов применяется система генератор—двигатель с управлением от: трехобмоточных генераторов, электромашинных усилителей поперечного поля, силовых магнитных усилителей и управляемых кремниевых вентилей (тиристоров). Указанные системы управления дают возможность достигнуть мягких так называемых «экскаваторных» характеристик, при которых с увеличением нагрузки на любом приводе автоматически снижается скорость вращения двигателей, и обеспечивают легкость управления при минимальном расходе электроэнергии.

Система управления ТГ—Д от трехобмоточных генераторов имеет следующие недостатки: 1) вследствие большой электромагнитной постоянной времени переходные процессы осуществляются недостаточно быстро; 2) вследствие постоянно действующей последовательной обмотки возбуждения генератора коэффициент заполнения механической характеристики главных приводов, определяющий производительность экскаватора, значительно ниже, чем в системах с полупроводниковой, электромашинной и магнитной автоматикой; 3) при часто меняющихся нагрузках резко расходятся статические и динамические характеристики электроприводов; 4) отсутствует электрический тормоз при постановке командоконтроллера в нулевое положение, вследствие чего груженый ковш опускается с высокой скоростью; 5) габариты и вес трехобмоточных генераторов и аппаратуры управления больше, чем у обычных генераторов.

На экскаваторах ЭКГ-4,6А и ЭКГ-4,6Б применена система управления главными приводами от силовых магнитных усили-

телей. Положительными ее качествами являются: простота исполнения, высокая надежность и быстрота действия при минимальном уходе; малое количество контакторов и реле и, следовательно, значительное сокращение времени, которое затрачивалось на собственное время срабатывания большого количества коммутирующей аппаратуры и ремонт; простота наладочных работ. Имеющаяся в системе электромашинная сериесная стабилизация служит для улучшения качества переходных процессов и улучшения коммутации генераторов.

На основании исследовательских и эксплуатационных данных наиболее целесообразным для управления электроприводами главных механизмов средних и крупных экскаваторов в настоящее время считается применение тиристорных электроприводов постоянного тока по системе КУВ—Д. Эта система управления обладает высоким быстродействием, малой мощностью управления и возможностью суммирования большого количества сигналов на выходе, не имеющих гальванических связей. В схемах управления серийных экскаваторов последнего выпуска предусмотрены специальные устройства температурной компенсации, устраняющие резкое изменение механических характеристик главных электроприводов экскаваторов от нагрева электрических машин.

Полное сохранение установленных усилий и скоростей, развиваемых двигателями главных приводов на всех положениях командоконтроллера, независимо от нагрева электрических машин и окружающей температуры, при постоянстве напряжения на возбудителе обеспечивает устройство с непосредственным изменением тока главной цепи.

В схемах управления крупных экскаваторов, имеющих большие маховые массы, для выбирания зазоров в механизме поворота при разгоне и торможении предусматривается специальное устройство. Величина зазоров, а следовательно, величина ударных нагрузок при разгоне и торможении увеличивается по мере износа механических деталей. Выбирание зазоров осуществляется при малой скорости и небольшом моменте до того, как электропривод развил полную мощность. Это в значительной степени снижает динамические нагрузки на механическое и электрическое оборудование механизма поворота.

Для уменьшения мощности обмоток независимого возбуждения и, следовательно, возможности применения малогабаритных усилителей все генераторы выполняют с обмоткой самовозбуждения. Ампер-витки обмотки самовозбуждения обычно составляют 25—40% всех ампер-витков генератора.

На полюсах некоторых генераторов помещают один-два витка последовательной обмотки, которые уменьшают падение напряжения на зажимах генератора при увеличенной нагрузке и частично устраняют появление самовозбуждения генератора в нулевом положении командоконтроллера.

УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ ОТ ТРЕХОБМОТОЧНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ (ТГ-Д)

Система управления электродвигателями главных приводов экскаватора от трехобмоточных генераторов применяется на карьерных и вскрышных экскаваторах раннего выпуска с ковшом емкостью от 3 до 4,6 $м^3$. Электрическая энергия к двигателю постоянного тока рабочего механизма передается от соответствующего генератора по замкнутому контуру главной цепи. В контур, кроме якорей, вводят обмотки дополнительных полюсов генератора и двигателя и последовательную обмотку генератора.

Внешние статические характеристики главных приводов экскаватора (подъема, напора и поворота) создаются в результате взаимодействия ампер-витков трех обмоток возбуждения каждого генератора

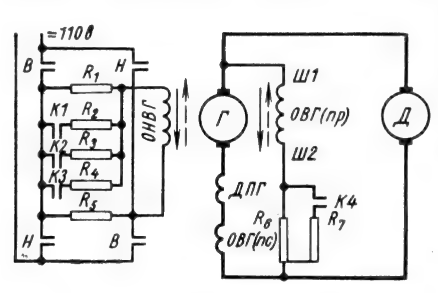


Рис. 129. Схема соединения обмоток возбуждения в системе трехобмоточный генератор—двигатель

$$Aw_р = Aw_{нез} + Aw_{пар} - Aw_{пос},$$

где $Aw_р$ — результирующие ампер-витки генератора;

$Aw_{нез}$ — ампер-витки независимой обмотки;

$Aw_{пар}$ — ампер-витки параллельной обмотки;

$Aw_{пос}$ — ампер-витки последовательной обмотки.

Обмотка независимого возбуждения генератора (ОНВГ) получает питание (рис. 129) через сопротивления R_1—R_5 от генератора собственных нужд напряжением 115 *в* постоянного тока и создает постоянные задающие ампер-витки для данного положения командоконтроллера.

Параллельная обмотка *ОВГ(пр)* получает питание непосредственно от якоря генератора через дополнительное сопротивление R_6—R_7. Параллельная обмотка всегда действует на увеличение напряжения генератора, т. е. осуществляет жесткую положительную связь по напряжению генератора.

Изменением числа ампер-витков независимой и параллельной обмоток возбуждения производится регулирование дополнительных сопротивлений R_1—R_7, включенных в цепь соответствующих обмоток.

Последовательная обмотка *ОВГ (пс)* обтекается полным током главной цепи и создает ампер-витки:

$$Aw_{пос} = I_я w_{пос},$$

где $I_я$ — ток главной цепи;

$w_{пос}$ — число витков последовательной обмотки.

Ампер-витки последовательной обмотки во всех режимах действуют на уменьшение тока главной цепи, т. е. противоположно ампер-виткам обмоток независимого и параллельного возбуждения.

При холостом ходе э. д. с. генератора создается суммарными ампер-витками независимой и параллельной обмоток возбуждения, т. е. $Aw_{пар} + Aw_{пос}$.

Пуск электродвигателей главных приводов и регулирование их скорости осуществляются изменением напряжения, подводимого к двигателю постоянного тока от соответствующего генератора, за счет изменения величины сопротивлений в цепях независимой и параллельной обмоток возбуждения генератора. Чтобы скорость вращения двигателя стала выше номинальной, изменяют ток в обмотке возбуждения, увеличивая при этом сопротивление, а следовательно, ослабляя магнитный поток. Повышенное число оборотов используется при опускании ковша после разгрузки.

Рис. 130. Влияние отдельных обмоток возбуждения на внешние статические характеристики генератора при различном соотношении числа витков параллельной и независимой обмоток

При замыкании нормально открытых блок-контактов реверсивного контактора меняется направление тока в обмотке независимого возбуждения, а также напряжение генератора и скорость вращения главных двигателей.

Направление магнитного потока в обмотках возбуждения двигателей должно быть согласованным. На рис. 129 сплошными стрелками показано направление потока при прямом, а пунктирными — при обратном направлении вращения двигателя. Если ампер-витки параллельной обмотки будут действовать совместно с ампер-витками последовательной обмотки, то это приведет к резкому понижению напряжения у генератора, в результате чего уменьшится скорость вращения двигателей рабочих механизмов. В таком случае необходимо поменять между собой концы параллельной обмотки.

Влияние отдельных обмоток возбуждения на внешние характеристики генератора при различном соотношении числа ампер-витков приведено на рис. 130.

При включении только обмотки независимого возбуждения ОНВГ напряжение у генератора независимо от силы тока (если пренебречь влиянием омического падения напряжения и реакцией якоря) будет постоянным и на графике характеристика генератора изобразится горизонтальной линией *1*.

При подключении последовательной обмотки возбуждения, в результате взаимодействия ампер-витков независимой и после-

довательной обмоток возбуждения, внешняя характеристика генератора будет иметь вид наклонной линии *2*. При нагрузке, соответствующей максимальной величине тока в генераторе, ампер-витки последовательной обмотки возбуждения почти полностью уравновешивают ампер-витки независимой обмотки, в результате чего напряжение на зажимах генератора практически становится равным нулю.

Таким образом при работе по характеристике *2* обеспечивается защита оборудования экскаватора от перегрузок, толчков и ударов. Однако с точки зрения производительности экскаватора характеристика *2* является неудовлетворительной, так как резкому падению напряжения генератора соответствует такое же падение скорости вращения двигателя. Для повышения производительности экскаватора вводится третья, параллельная обмотка возбуждения, действующая в том же направлении, что и обмотка независимого возбуждения.

Напряжение на параллельной обмотке растет при увеличении напряжения генератора. Это позволяет поднять скорость холостого хода двигателя при удовлетворительном использовании обмоточного пространства генератора. С увеличением нагрузки напряжение начинает круто падать, так как в этом случае действие последовательной обмотки усиливается, а параллельной ослабляется. Когда напряжение снизится до нуля, действие параллельной обмотки прекращается. В результате, при совместном действии всех трех обмоток возбуждения генератора, мы получаем необходимую для работы экскаватора генераторную характеристику (кривая *3*).

Переход от внешних характеристик генератора к механическим обычно не представляет затруднений. Для главных приводов экскаватора с независимым возбуждением при постоянном токе возбуждения магнитный поток будет постоянным, а следовательно, скорость вращения двигателя будет почти пропорциональна приложенному напряжению

$$U \approx k\Phi n,$$

где U — напряжение;
k — коэффициент пропорциональности;
Φ — магнитный поток;
n — число оборотов в единицу времени.

С другой стороны, при постоянном магнитном потоке, на основании формулы $M = k\Phi I_я$, вращающий момент пропорционален току в якоре. Следовательно, изменяя соответствующим образом масштабы координат, можно перейти к механической характеристике двигателя $n = f(M)$, так как напряжение и ток в якорной цепи для генератора и питаемого им двигателя одинаковы.

Влияние отдельных обмоток возбуждения генератора на форму механических характеристик можно проследить, поочередно изменяя ампер-витки в одной из обмоток при сохранении остальных постоянными.

Изменение числа ампер-витков последовательной обмотки возбуждения (рис. 131, *а*) сказывается на величине максимального тока или момента, развиваемого двигателем, но не сказывается на максимальном напряжении или скорости вращения при холостом ходе. Тот же эффект можно получить и при постоянном числе витков, но при шунтировании обмотки переменным сопротивлением. Все характеристики сходятся в общей точке скорости вра-

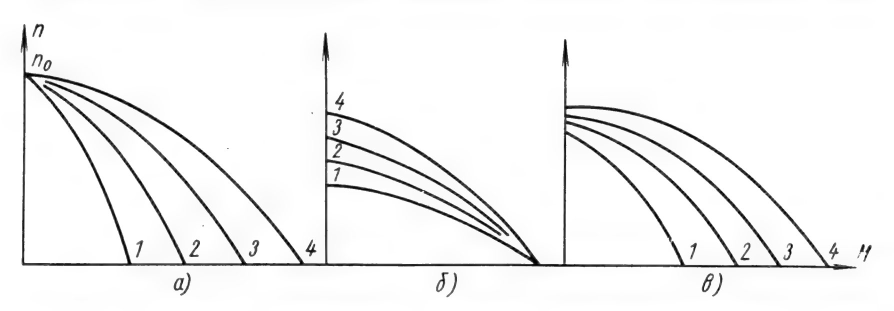


Рис. 131. Внешние характеристики генератора при изменении числа ампер-витков:

а — последовательной обмотки; *б* — параллельной обмотки; *в* — независимой обмотки

щения при холостом ходе, причем характеристика *1* соответствует наибольшему числу ампер-витков последовательной обмотки, а характеристика *4* — наименьшему. Регулирование ампер-витков последовательной обмотки возбуждения схемами управления не предусмотрено.

Ток в ампер-витках параллельной обмотки возбуждения (рис. 131, *б*) регулируется сопротивлениями в цепи этой обмотки. Характеристика *1* соответствует полному выключению обмотки, а характеристика *4* — максимальному ее действию (при наименьшем сопротивлении); *2* и *3* — промежуточные характеристики. Изменение тока в ампер-витках параллельной обмотки оказывает большое влияние на работу двигателей при малых и средних нагрузках, при максимальной нагрузке, когда напряжение падает почти до нуля, действие параллельной обмотки прекращается.

Изменение параметров параллельной обмотки влияет на величину напряжения генератора и, следовательно, на скорость вращения двигателей главных приводов, и не оказывает влияния на величину максимального момента двигателя. Из этого следует, что за счет увеличения ампер-витков параллельной обмотки можно увеличить коэффициент заполнения механических характеристик, например, привода поворота, т. е. увеличить рабочие скорости

привода поворота, обеспечив его работу при разгоне по механической характеристике *4*. Однако такое увеличение заполнения механических характеристик приводит к удлинению времени размагничивания генератора поворота при торможении. В этом случае машинисту экскаватора во избежание протаскивания ковша для выгрузки приходится начинать торможение раньше.

Изменение тока в ампер-витках независимой обмотки возбуждения (рис. 131, *в*) регулируется сопротивлениями в цепи обмотки. Характеристика *1* соответствует минимальному току независимого возбуждения, а характеристика *4* — максимальному. Изменение числа ампер-витков влияет на величину максимального момента и на скорость вращения двигателя при холостом ходе, так как действие обмотки независимого возбуждения сохраняется при всех значениях нагрузки генератора. Скорость холостого хода изменяется при этом гораздо меньше, чем максимальный момент, так как параллельная обмотка стремится поднять напряжение холостого хода генератора даже при сильно ослабленном действии обмотки независимого возбуждения.

Таким образом, регулированием сопротивления в цепях обмотки независимого и параллельного возбуждения можно получить требуемые характеристики. Изменение максимального усилия на ковше экскаватора достигается регулированием тока в цепи обмотки независимого возбуждения, а изменение скорости — совместным регулированием в обеих цепях.

Увеличивая возбуждение генератора, т. е. устанавливая командоконтроллер в последнее рабочее положение, двигатель рабочего механизма пускают в ход. При этом ток в якоре возрастает от нуля до такой величины, при которой момент вращения двигателя получается достаточным для преодоления сопротивления механизма. Возбуждающаяся при этом обратная электродвижущая сила уменьшает ток в главной цепи, в результате чего снижается момент, развиваемый двигателем. Уменьшение момента продолжается до тех пор, пока не будет достигнута установившаяся скорость, при которой моменты двигателя и нагрузки одинаковы.

Последовательная обмотка, включенная в главную цепь при системе управления ТГ—Д от трехобмоточного генератора, осуществляет постоянно действующую связь по току. Поэтому с момента появления тока в главной цепи и затем по мере увеличения нагрузки растет размагничивающее действие последовательной обмотки, что приводит к падению напряжения генератора и скорости двигателей главных механизмов. Если нагрузка на генератор при дальнейшей работе значительно возрастет, то он быстро размагничивается и его внешняя характеристика круто падает, что соответствующим образом влияет на механическую характеристику рабочего двигателя.

Ослабление действия последовательной обмотки при уменьшении тока в главной цепи способствует повышению напряжения

генератора и обеспечивает увеличение скорости вращения при разгрузке двигателя, и, наоборот, усиление действия последовательной обмотки при возрастании тока уменьшает напряжение генератора и приводит к остановке двигателя при предельно большой нагрузке. Такое положение называют режимом короткого замыкания. В этом режиме напряжение трехобмоточного генератора весьма мало́, следовательно, весьма малы и ампер-витки параллельной обмотки. Поэтому ампер-витки независимого возбуждения оказываются равными размагничивающим ампер-виткам последовательной обмотки, что и определяет ток короткого замыкания генератора.

Коэффициент заполнения механической характеристики в системе управления ТГ—Д, характеризующий производительность экскаватора, составляет не более 0,7, т. е. рабочие скорости главных приводов при сохранении максимальных статических моментов гораздо ниже, чем в системах управления с магнитными и электромашинными усилителями. Кроме того, при управлении по системе ТГ—Д, из-за наличия жесткой магнитной связи между обмотками возбуждения и из-за невозможности осуществить форсировки и ввести гибкие обратные связи, переходные процессы затягиваются, и при резком стопорении или реверсе главного механизма наблюдается резкое расхождение статических и динамических характеристик.

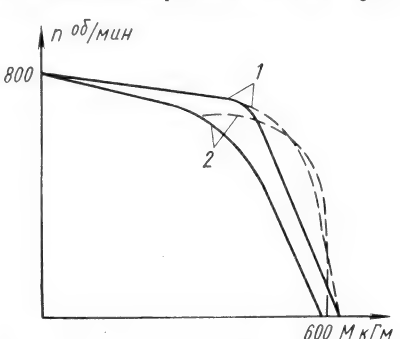


Рис. 132. Механические (сплошной линией) и динамические (пунктиром) характеристики привода подъема при управлении:

1 — от силовых магнитных усилителей; 2 — от трехобмоточных генераторов

Всякое изменение в одной из обмоток возбуждения вызывает изменения в другой. При резком увеличении нагрузки двигателя привода имеет место такое же резкое увеличение тока возбуждения независимой обмотки. Это обстоятельство нарушает статические условия взаимодействия обмоток возбуждения генератора и приводит к значительным отклонениям фактических значений величин от полученных при статических режимах.

Расхождение статического тока $I_{ст}$ в главной цепи и динамического тока $I_{дин}$ (и соответствующих им усилий) в двигателях главных приводов (рис. 132) достигает величины $I_{дин} = 1{,}5 \div 1{,}8 I_{ст}$. При этом динамические усилия действуют устойчиво продолжительное время. Кроме того, к недостаткам системы управления ТГ—Д можно отнести наличие большого количества контакторно-релейной аппаратуры, требующей значительного времени на срабатывание и на ремонт.

ЭЛЕКТРОПРИВОД КАРЬЕРНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ ЭКГ-4,6А И ЭКГ-4,6Б

Основные механизмы экскаватора приводятся во вращение двигателями постоянного тока, которые получают питание от индивидуальных управляемых генераторов. Схемы управления главными приводами в основном сходны между собой; они имеют главную цепь, узлы управления возбуждением генераторов и двигателей и элементы схем управления магнитного усилителя.

Передача электрической энергии к электродвигателям главного рабочего механизма осуществляется от соответствующего

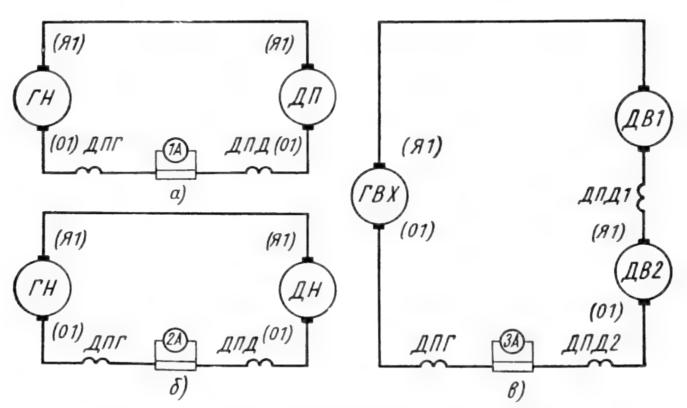


Рис. 133. Схема соединения главных цепей:

а — подъем; *б* — напор; *в* — поворот

генератора замыканием якоря генератора на якорь двигателя. В замкнутый контур главной цепи, кроме якорей, вводятся обмотки дополнительных полюсов генераторов и двигателей (рис. 133). Никаких переключений в главной цепи в процессе работы не производится.

Для привода главного механизма подъема и напора применяется по одному электродвигателю, для механизма поворота — два.

Для равномерного распределения нагрузки в многодвигательных приводах экскаватора необходимо предусматривать индивидуальное питание каждого электродвигателя привода от своего генератора (числу двигателей соответствует такое же число генераторов). Это дает возможность соединять по любой схеме якорные цепи генераторов и двигателей, что обеспечивает равномерное распределение э. д. с. и наименьшие динамические загрузки на электродвигателях и механизмах. Индивидуальное питание каждого двигателя от своего генератора за счет демпфирующей способности электропривода обеспечивает наименьшие динамические нагрузки при выборе зазоров в переходных процессах (разгоне

и торможении) и скоростях, близких к установившимся скоростям. В этом случае при выборе зазоров ток в якоре весьма мал и действие гибкой отрицательной связи по э. д. с. генератора проявляется полностью. После выбора зазоров ток увеличивается, запирающее напряжение постепенно возрастает, соответственно ослабляется сигнал гибкой отрицательной связи по э. д. с. Постепенное уменьшение гибкой связи обеспечивает замедленный рост тока в якорной цепи, что в целом обеспечивает необходимую плавность всех переходных процессов.

Однако в схемах с индивидуальным питанием каждого двигателя от своего генератора при многодвигательном приводе из-за трудностей выравнивания нагрузок в ветвях электромашин их объединяют в группы по два электродвигателя и по два генератора; при этом якорные цепи двигателей и генераторов соединяют последовательно, благодаря чему ток, а следовательно, и моменты, развиваемые двигателями, одинаковы.

Для привода механизма поворота с двумя электродвигателями применяется последовательное соединение якорных цепей с питанием от одного генератора (рис. 133, *в*). В такой схеме имеется некоторое ухудшение распределения э. д. с. между электродвигателями, но это диктуется невозможностью установки на средних экскаваторах второго генератора.

Для управления двигателями главных приводов экскаваторов применяется система генератор—двигатель с управлением от силовых магнитных усилителей. Все главные приводы при этой системе работают по так называемой экскаваторной характеристике. Такая характеристика представляет собой зависимость скорости двигателя от тока нагрузки и при достижении статическим моментом предельно допустимого значения должна обеспечивать резкое снижение скорости двигателя до его почти полной остановки. При практически остановленном двигателе в якорной цепи протекает ток, который называется стопорным током.

Основная функция системы управления заключается в формировании токовой диаграммы электропривода, обеспечивающей разгон, реверс и торможение электродвигателя в заданное время. Формирование переходных процессов и необходимых статических характеристик осуществляется системой управления, в которой используются обмотки управления магнитного усилителя, питающего независимую обмотку возбуждения генератора. Последняя состоит из двух полуобмоток, расположенных на одноименных полюсах генератора.

Две равные полуобмотки генератора и два балластных сопротивления *1СБ* и *2СБ*, равные по величине сопротивлению обмотки возбуждения, соединены по мостовой схеме, в диагональ включены два трехфазных магнитных усилителя *1МУ* и *2МУ*, имеющих раздельное питание (рис. 134). Каждая полуобмотка усилителя

должна обеспечивать лишь 50% ампер-витков, необходимых для создания рабочего магнитного потока генератора.

При отсутствии сигнала управления токи магнитных усилителей *1МУ* и *2МУ* $I_1 = I_2$ и суммарные ампер-витки независимой обмотки возбуждения, а следовательно, и э. д. с. генератора, равны нулю. При подмагничивании усилителей I_1 и I_2 становятся разными и на якоре генератора появляется э. д. с. того или иного знака; чтобы исключить взаимное влияние магнитных усилителей *1МУ* и *2МУ*, балластные сопротивления $R_б$ должны быть несколько больше сопротивлений полуобмоток $R_н$. Обычно балластное сопротивление рекомендуется выбирать в пределах $R_б = (1{,}1 \div 1{,}15)\ R_н$.

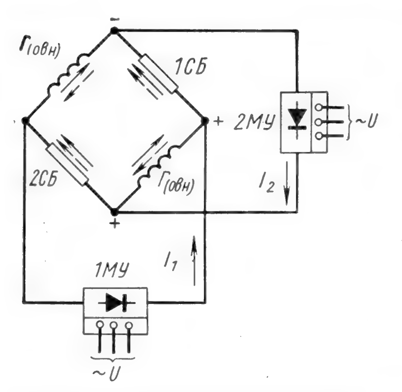


Рис. 134. Схема возбуждения генератора от магнитного усилителя

Этой рекомендацией при выборе параметров схем усилителей, предназначенных для управления полем генераторов в системе Г—Д, можно пользоваться, если форсирования процесса возбуждения не требуется и мощность усилителя выбирается равной номинальной мощности возбуждения генератора.

При питании обмоток независимого возбуждения генератора от магнитных усилителей по мостовой схеме может случиться, что две независимых полуобмотки включены не согласно, а встречно. При этом магнитный усилитель регулируется, по обмоткам возбуждения протекает ток, но генератор не выдает напряжения. В этом случае следует изменить полярность на концах одной из полуобмоток.

Обмотки переменного тока магнитных усилителей одного привода питаются от двух трехфазных трансформаторов. Наличие двух источников переменного тока вызвано необходимостью исключить обходные контуры.

Узел задающей обмотки в схемах управления служит для задания направления и скорости вращения якоря двигателя. Задающая обмотка трехфазного магнитного усилителя каждого привода включена через добавочное сопротивление *4СУ* на потенциометр *3СУ* (рис. 135); каждый потенциометр питается от якоря возбудителя.

Изменение напряжения генератора, а следовательно, и скорости вращения двигателей главных электроприводов достигается регулированием намагничивающей силы задающей обмотки (*2Н1—2Н2*). Реверсирование напряжения двигателей главных приводов производится командоконтроллерами путем изменения

напряжения в задающей обмотке управления при помощи реверсивных контактов H и B. При замыкании нормально открытых блок-контактов того или иного реверсивного контактора или при замыкании кулачков командоконтроллера меняется направление тока в задающей обмотке управления и, следовательно, напряжение генератора и скорость вращения электродвигателей.

При переводе рукоятки или педали ножного командоконтроллера из нулевого в любое другое положение последовательно

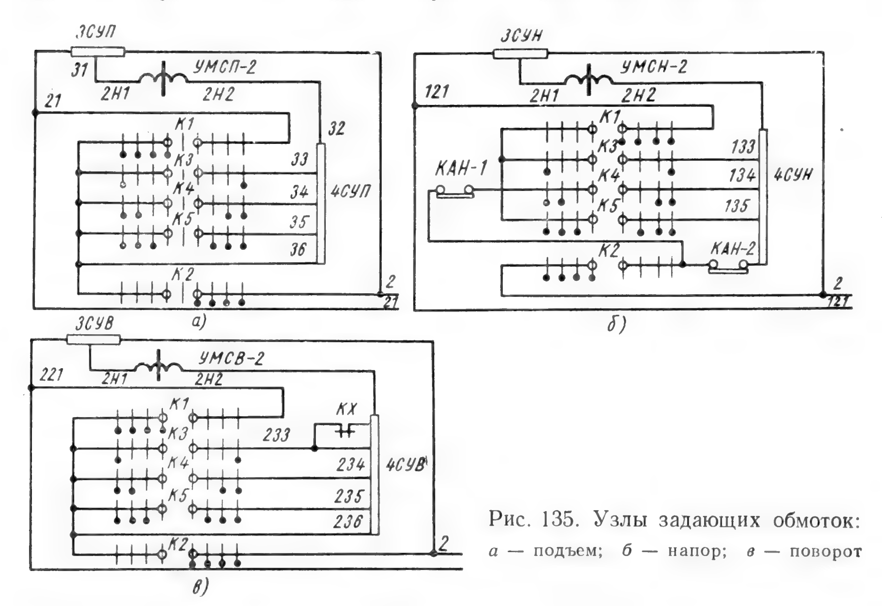


Рис. 135. Узлы задающих обмоток: *а* — подъем; *б* — напор; *в* — поворот

увеличивается намагничивающая сила задающей обмотки магнитного усилителя и соответственно увеличивается напряжение генератора.

В схеме для каждого механизма используются четыре положения контроллеров (помимо положений «вперед» *КВ* и «назад» *КН*): *К1*, *К2*, *К3* и *К4*, что соответствует четырем ступеням скорости двигателя. Увеличение скорости вращения двигателей достигается шунтированием части добавочного сопротивления 4СУ контактами командоконтроллера.

Механические характеристики главных приводов зависят от соответствующего включения добавочного сопротивления при наладке.

ТОКОВАЯ ОТСЕЧКА

Токовая отсечка осуществляет обратную связь по току главной цепи и начинает действовать для ограничения момента и тока при определенных допустимых значениях (рис. 136).

Пока ток в главной цепи мал, размагничивающая обратная связь по току не действует; когда ток достигнет некоторой заранее установленной величины, отсечка начинает действовать и генератор размагничивается. Этим достигается наперед заданная экскаваторная механическая характеристика с высоким коэффициентом заполнения, которая необходима для безаварийной и высокопроизводительной работы экскаватора.

Питание для обмотки узла токоограничения берется от падения напряжения на дополнительных полюсах генератора и одного электродвигателя привода. При этом двигатели и генератор соединяются последовательно.

Если обмотки узла токовой отсечки подключить непосредственно на падение напряжения на дополнительных полюсах, то

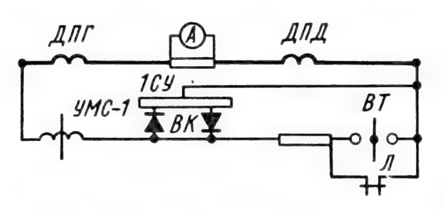


Рис. 136. Узел токовой отсечки

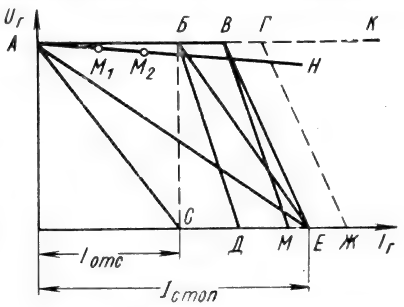


Рис. 137. Изменение статических характеристик в зависимости от схемы подключения токового узла

эти обмотки практически будут иметь прямое линейное действие. Однако наличие задающей обмотки, которая действует в противоположном направлении, вызовет уменьшение возбуждения силового магнитного усилителя и соответственно с этим снижение напряжения основного генератора, как это показано на рис. 137 линиями *АС* или *АЕ*. В конечном счете напряжение практически достигнет нуля при относительно большой величине якорного тока в точке *С* или *Е*. При максимальном токе в задающей обмотке управления токовые обмотки управления должны в этих точках полностью размагничивать усилитель.

Характеристика *АС* или *АЕ* обеспечивает плавность работы экскаватора (без толчков и ударов), так как при максимально допустимой нагрузке подъемных или тяговых двигателей напряжение на генераторе падает до нуля и двигатель останавливается. С точки зрения производительности экскаватора характеристика *АЕ* является неудовлетворительной, ибо резкому падению напряжения генератора соответствует такое же падение скорости двигателя.

Для поддержания напряжения в якоре основного генератора в цепи узла ограничения тока подключают источник дополнительного напряжения противоположной полярности. Схема подключения в зависимости от источника питания выполняется в не-

скольких вариантах. Этот источник может состоять из поля сопротивления, кремниевых, германиевых или селеновых выпрямителей. Потенциометр, как правило, выбирается с небольшим сопротивлением, что позволяет полностью использовать токовую обмотку усилителя по плотности и тем самым уменьшить ее объем и постоянную времени.

Токовая связь, в принципе, работает во всех режимах так же, как токовая связь, осуществляемая с помощью сериесной обмотки генератора в системе ТГ—Д. При резких стопорениях здесь так же, как и в системе ТГ—Д, выбросы тока якоря за стопорное значение неизбежны. Однако величина этих выбросов будет тем меньше, чем больше коэффициент усиления токового узла. Действительно, если при резком стопорении ток якоря превысит стопорное значение, токовая обмотка создает намагничивающую силу, большую, чем максимальная намагничивающая сила задающей обмотки. При этом токовая обмотка перемагнитит усилитель и он будет выдавать напряжение противоположной полярности.

Под действием напряжения отрицательной полярности, приложенного к обмотке независимого возбуждения, генератор будет интенсивно размагничиваться, тем самым способствуя эффективному ограничению тока якоря. Чем больше будет напряжение, приложенное к обмотке независимого возбуждения, тем быстрее будет спадать э. д. с. генератора, тем меньше будет выброс тока якоря.

В качестве обмотки управления токового узла выбирается обмотка магнитного усилителя СМУ с минимальным сопротивлением, т. е. с наибольшим коэффициентом усиления. Ток в токовой обмотке не возникает до тех пор, пока возбуждающее напряжение, поступающее с участка главной цепи, образованного обмотками дополнительных полюсов генераторов и двигателей, не превзойдет предварительно заданную величину напряжения сравнения. Напряжение может регулироваться изменением общего сопротивления потенциометра.

При росте нагрузки на валу двигателя ток якоря и напряжение на участке главной цепи $\Delta U_{гц}$, приложенное к цепи токовой обмотки, увеличиваются. Пока напряжение $\Delta U_{гц}$ меньше величины напряжения сравнения $U_{зап}$, ток по цепи токовой обмотки не протекает.

Напряжение сравнения в цепи токовой обмотки смещает начало процесса размагничивания генератора в точку *Б* (рис. 137) или *В* (начало отсечки), где наступает равенство напряжения сравнения и падения напряжения на участке главной цепи, от которого питается токовая обмотка.

Ток главной цепи, при котором начинается процесс размагничивания генератора, называется **т о к о м о т с е ч к и** $I_{отс}$.

$$\Delta U_{г} = U_{зап} = I_{отс} R_{\Sigma};$$

отсюда

$$I_{отс} = \frac{\Delta U_{ср}}{R_{\Sigma}},$$

где R_{Σ} — суммарное сопротивление главной цепи.

Величина тока в точке E, где заканчивается размагничивающее действие генератора с выходным напряжением, близким к нулю, называется стопорным током $I_{ст}$.

Наклон круто падающей части характеристики $БЕ$ определяется величиной добавочного сопротивления $R_{д}$, включенного последовательно в цепи токовой обмотки, т. е. $\operatorname{tg} \beta = f(R_{д})$. Поэтому для уменьшения крутизны характеристики после действия токовой отсечки необходимо увеличить, а для увеличения крутизны — уменьшить добавочное сопротивление в цепи токовой обмотки. Чем больше величина этого сопротивления, тем больше разница между величиной тока $I_{отс}$ в начале действия токовой отсечки и величиной стопорного тока $I_{ст}$. Отношение $k_{отс} = \frac{I_{отс}}{I_{ст}}$ оценивает заполнение экскаваторной характеристики. Чем тяжелее условия ограничения момента при стопорениях, тем меньше требуемое заполнение экскаваторной характеристики. Для механизма подъема принимают $k_{отс} = 0{,}7$, для механизма напора $k_{отс} = 0{,}6$.

Эти требования вытекают из особенностей работы экскаватора при копании. Машинист по заметному снижению скорости механизма должен чувствовать увеличение его нагрузки и во́-время предотвратить его возможное стопорение. При высоком заполнении характеристики переход к быстрому снижению скорости даже при перегрузках в нормальном режиме копания является для машиниста необходимым и вероятность стопорения увеличивается. Слишком частые стопорения увеличивают продолжительность копания, снижают производительность экскаватора и увеличивают нагрев электрических машин.

Если можно было бы иметь цепь ограничения тока без какого-либо заметного сопротивления, характеристика между двумя этими точками представляла бы собой вертикальную линию $БС$ (рис. 137). Но так как для получения нужной экскаваторной характеристики мы вводим сопротивление в цепи токоограничивающих обмоток, то эта линия отклоняется от вертикали.

Если цепь токоограничивающих обмоток разомкнута или имеет очень большое сопротивление, характеристика ее может быть представлена горизонтальной линией $АК$. Это происходит при обрыве цепи токовых обмоток управления или при выходе из строя выпрямителей. Увеличить или уменьшить стопорный ток при том же наклоне внешней характеристики можно путем изменения запирающего потенциала.

Для получения более мягких механических характеристик, которые обычно применяют на экскаваторах ЭКГ-4,6А и ЭКГ-4,6Б для механизма напора, токоограничивающую обмотку подключают через дополнительное сопротивление $R_д$. При такой схеме включения токового узла размагничивание генератора начинается с момента приложения нагрузки, т. е. раньше, чем ток в главной цепи достигнет величины $I_{отс}$. Наклон такой характеристики AH определяется величиной сопротивления $R_д$. Чем меньше сопротивление, тем больше наклон характеристики AH, а следовательно, больше интенсивность размагничивания генератора.

Степень изменения скорости при изменениях нагрузки оценивается так называемой *жесткостью характеристики*

$$\beta = \frac{dn}{dt} = \frac{\Delta M}{\Delta n} = \frac{M_1 - M_2}{n_1 - n_2},$$

где n_1 и n_2 — скорости вращения двигателя соответственно при $M = M_1$ и $M = M_2$ (рис. 137).

Жесткость бесконечна, если при изменении нагрузки скорость не изменяется.

Во время эксплуатации электрооборудования необходимо следить за сохранением величины запирающего потенциала узла токовой отсечки $\Delta U_{зап}$. Для этого плечи узла должны быть равными независимо от направления вращения элекгродвигателей.

В случае неправильной установки величины запирающего потенциала главные двигатели развивают разные усилия, изменяя направления своего вращения. Это приводит к тому, что в одну сторону двигатели работают по характеристике $AГЖ$ (рис. 137), т. е. с моментом больше заданного. В результате этого могут быть опасные усилия на механизмах. В другую сторону двигатели работают по характеристике $AБД$, т. е. с меньшими моментами. Эго приводит к увеличению времени разгона и торможения, вызывает частые стопорения механизма и в конечном счете снижает производительность экскаватора.

Падение напряжения в главной цепи $\Delta U_{гц}$ в стопорном режиме:

$$\Delta U_{гц} = I_{я.\,ст}\,(R_{д.\,пг} + R_{д.\,пд} + R_{пр}) + \Delta U_{щ},$$

где $R_{д.\,пг}$, $R_{д.\,пд}$ и $R_{пр}$ — сопротивления дополнительных полюсов генератора, дополнительных полюсов одного двигателя и соединительного привода;

$\Delta U_{щ}$ — падение напряжения в щетках.

Основная аналитическая зависимость тока от параметра токового узла и тока главной цепи может быть предусмотрена уравнением

$$i_T = \frac{\Delta U_{гц} - \Delta U_{зап}}{r_T + r_{вып} + \Delta R_{пот}},$$

где $i_т$ — ток в токовой обмотке;

$\Delta U_{гц}$ — падение напряжения на участке подключения токовой обмотки;

$\Delta U_{зап}$ — запирающий потенциал;

$r_т$, $r_{в.п}$ и $\Delta R_{пот}$ — сопротивления токовой обмотки усилителя, кремниевых или германиевых выпрямителей и участка токового потенциометра.

Величина сопротивления потенциометра

$$\Delta R_{пот} = \frac{U_{пот}}{i_{пот}},$$

где $U_{пот}$ — напряжение, подводимое к потенциометру;

$i_{пот}$ — ток потенциометра сравнения.

Сопротивление $r_{пот}$, с которого снимается напряжение отсечки,

$$r_{пот} = \frac{\Delta U_{зап}}{i_п},$$

где сопротивление одного плеча потенциометра r_1 равно сопротивлению другого плеча r_2.

Ток в токовой обмотке СМУ в стопорном режиме

$$i_{т.о} = \frac{Aw_T}{w_T},$$

где $w_т$ — витки токовой обмотки.

Начало действия токовой обмотки, а следовательно, и постоянство механических характеристик главных приводов экскаватора во многом зависят от нагрева электрических машин. Если такой нагрев происходит, то в главной цепи на участке подключения токовой обмотки падение напряжения будет превышать заданную величину сравнения $\Delta U_{зап}$ даже при меньшей величине якорного тока $I_{отс}$, а при низких температурах — наоборот.

Таким образом, размагничивание генератора в зависимости от температуры будет начинаться при различных величинах якорного тока в главной цепи.

При низкой окружающей температуре якорный ток, а следовательно, и усилия, развиваемые главными двигателями, могут достигнуть опасных величин.

При отклонении температуры электрической машины на величину Δt от заданной, сопротивление участка главной цепи будет

$$\Delta R_{гц} = \Delta R_{гц} (1 + \alpha \Delta t),$$

где α — температурный коэффициент меди.

Для сохранения прежней величины стопорного тока запирающее напряжение должно также измениться. Значение стопорных токов при различных температурах электрических машин и магнитных усилителей определяется по формуле

$$i_т = \frac{I_{ст} (R_{д.пг} + R_{пр} + R_{д.пд}) \alpha - \Delta U_{зап}}{r_{пр} + \alpha r_T},$$

где $I_{ст}$ — стопорный ток;

$r_т$ — сопротивление токовой обмотки при 20° С;

$R_{д.пг}$ и $R_{д.пд}$ — сопротивления дополнительных полюсов при 20° С;

$r_{пр}$ — сопротивление соединительных приводов;

$$\Delta U_{зап} = I_n r_n = \frac{U_в}{R_n} r_n = kU_в;$$

здесь

$$k = \frac{r_n}{R_n};$$

α — коэффициент учитывающий нагрев задающей обмотки магнитного усилителя;

r — сопротивление задающей обмотки при 20° С.

Момент двигателя в стопорном режиме определяется по формуле

$$M_{ст} = 0{,}95 I_{ст}\left(\frac{E}{n}\right),$$

где $\left(\frac{E}{n}\right)$ находится из нагрузочных характеристик двигателя.

Для устранения снижения стопорных токов с нагревом электрических машин разработаны специальные устройства температурной компенсации, обеспечивающие стабильность механических характеристик двигателей (главным образом из стопорных моментов) во всем диапазоне температур рабочего оборудования экскаватора. Сущность таких устройств заключается в том, что потенциометры токовых узлов в схемах управления с магнитным возбуждением подключаются к таким источникам питания, которые автоматически пропорционально увеличивают или уменьшают напряжение на источнике питания потенциометра при возрастании или падении напряжения на участке подключения токовой обмотки управления главной цепи. Такими источниками питания могут быть специальные возбудители с изменением падения напряжения на их параллельной обмотке от 35 до 40 *в*.

Широкое распространение получили специальные устройства автоматического регулирования напряжения возбудителя собственных нужд. В этих устройствах применяется магнитный усилитель, питающий обмотку возбуждения возбудителя. Особенность устройства заключается в том, что одна обмотка управления магнитного усилителя включена через большое активное сопротивление как положительная жесткая обратная связь на сумму напряжения нагрузки магнитного усилителя и напряжения якоря возбудителя генератора, а другая его обмотка замкнута накоротко. Такое выполнение устройства позволяет получить стабильные, не изменяющиеся при изменении температуры в широких пределах, экскаваторные характеристики.

Наиболее полное постоянство механических характеристик обеспечивает схема ограничения момента двигателя электропривода с непосредственным измерением тока главной цепи при помощи специального тороидального магнитного усилителя. Принцип действия такого усилителя узла токовой отсечки аналогичен принципу действия трансформатора постоянного тока. Измерение тока главной цепи I_a производится с помощью трехфазного магнитного усилителя без обратной связи, работающего в режиме трансформатора тока.

Схема ограничения момента двигателя с непосредственным измерением тока главной цепи обеспечивает при условии постоянства напряжения возбудителя точное поддержание установленного стопорного тока (момента двигателя) независимо от нагрева электрических машин и изменения температуры окружающей среды. Кроме того, при измерении тока главной цепи повышается быстродействие электропривода, так как в случае применения для измерения тока главной цепи магнитного усилителя выходная мощность схемы ограничения существенно увеличивается и токовая обмотка магнитного, электромашинного или какого-либо другого усилителя, управляющего возбуждением генератора, может быть выполнена с меньшим объемом меди и, следовательно, с меньшей постоянной времени.

УЗЕЛ ОБМОТКИ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ПО НАПРЯЖЕНИЮ ГЕНЕРАТОРА

Узел обмотки обратной связи по напряжению генератора (рис. 138) служит для увеличения быстродействия электропривода и повышения стабильности его параметров. Применение жесткой обратной связи по напряжению позволяет также уменьшить остаточное напряжение при нулевом положении командоконтроллера, что обеспечивает электрическое торможение привода при постановке рукоятки командоконтроллера в нулевое положение.

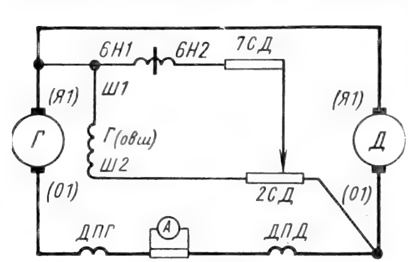


Рис. 138. Узел жесткой и гибкой обратной связи по напряжению генератора

Для жесткой обратной связи по напряжению генератора используется одна из обмоток управления магнитного усилителя (*6Н—6Н2*).

Для удобства регулирования обратная связь по напряжению генератора подключается на напряжение генератора через добавочное сопротивление *7СД* к потенциометру напряжения генератора *2СД*, при этом обмотка включается таким образом, чтобы ее действие на задающую обмотку было размагничивающим.

В первый момент после постановки рычага командоконтроллера в какое-либо положение напряжение на якоре генератора или на обмотке *6Н1—6Н2* мало́ и поток, создаваемый обмоткой, незначителен. Задающая обмотка обеспечивает быстрое нарастание тока возбуждения генератора и напряжения на якоре. С нарастанием напряжения генератора растет напряжение на обмотке *6Н1—6Н2*, а следовательно, и создаваемый ею поток. Этот поток направлен навстречу потоку задающей обмотки и снимает форсировку результирующего потока при установившемся напряжении на генераторе.

После постановки командоконтроллера на нуль и спада напряжения на генераторе до нуля двигатель переходит в генераторный режим и по якорной цепи начнет протекать тормозной ток. Обмотка *6Н1—6Н2* оказывается включенной на напряжение, создаваемое двигателем в генераторном режиме. При этом она создает поток, при котором на генераторе появляется напряжение, совпадающее с напряжением на двигателе. Тормозной ток увеличивается, привод интенсивно тормозится.

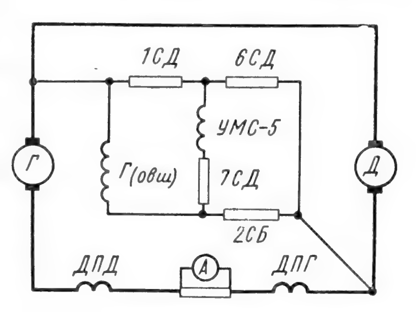


Рис. 139. Мостовая схема включения обмотки гибкой связи по напряжению генератора

Узел обмотки жесткой отрицательной обратной связи по напряжению генератора в последних схемах с магнитным возбуждением выполняет роль и гибкой обратной связи по напряжению генератора.

При раздельной роли обмоток, обмотка гибкой отрицательной обратной связи по напряжению генератора включается в диагональ моста (рис. 139), состоящего из трех сопротивлений и сопротивления обмотки самовозбуждения генератора.

При установившемся напряжении на генераторе мост уравновешен и, следовательно, ток в обмотке равняется нулю. При изменении напряжения на генераторе баланс моста нарушается, так как меняется индуктивное сопротивление обмотки самовозбуждения генератора, по обмотке УМС-5 начнет протекать ток, создающий магнитный поток, который направлен навстречу потоку задающей обмотки. Таким образом, уменьшается результирующий магнитный поток управления в переходном режиме.

Величина тока и, следовательно, магнитного потока обмотки пропорциональна скорости изменения напряжения. Этим обеспечивается плавность изменения напряжения на генераторе и, следовательно, плавность изменения скорости привода. Последнюю можно регулировать сопротивлением, включенным последовательно с обмоткой.

При совмещенной роли жесткой и гибкой отрицательной обратной связи по напряжению генератора обмотка *6Н1—6Н2* при разгоне, торможении и реверсе находится под воздействием напряжения генератора и электродвижущей силы самоиндукции, возникающей в параллельной обмотке при изменении потока главных полюсов. От действия этих напряжений по обмотке обратной связи по напряжению генератора начинает течь суммарный ток, создающий магнитный поток, который направлен навстречу потоку задающей обмотки.

Таким образом, обмотка *6Н1—6Н2* действует как гибкая и жесткая отрицательная обратная связь по напряжению генератора. При установившейся э. д. с. самоиндукция не наводится и обмотка *6Н1—6Н2* действует только как жесткая отрицательная обратная связь по напряжению генератора. Такое подключение обмотки *6Н1—6Н2* обеспечивает быстрое и плавное нарастание или спадание напряжения генератора, а следовательно, скорости привода и устраняет перерегулирование привода из-за введения сильной стабилизации по току главной цепи. Перерегулирование напряжения генератора может быть при ослабленной обмотке обратной связи в результате завышенного сопротивления, включенного последовательно обмотке.

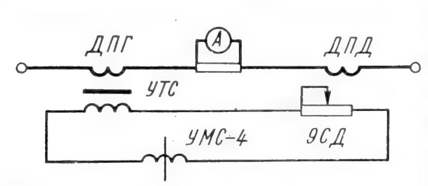


Рис. 140. Узел гибкой связи по току главной цепи

Результирующие ампер-витки усилителя при холостом ходе генератора обычно находятся по кривой холостого хода $E_г = f(Aw_y)$:

$$Aw_{р.\,хх} = Aw_з - Aw_н,$$

где $Aw_н$ — ампер-витки обмотки обратной связи по напряжению генератора.

Гибкая отрицательная обратная связь по току главной цепи в системе управления от силовых магнитных усилителей обеспечивает устойчивость системы во время переходных процессов.

Первичными обмотками сериесной стабилизации являются обмотки дополнительных полюсов соответствующего генератора (рис. 140). Вторичные обмотки размещаются на обмотках дополнительных полюсов и подключаются для питания к одной из обмоток управления силового магнитного усилителя (УМСП-4, УМСН-4, УМСВ-4), которая при возбуждении позволяет ослабить магнитное поле задающей обмотки. Быстрое увеличение тока главной цепи вызывает мгновенный импульс на стабилизирующую обмотку усилителя, магнитное поле которой уменьшает магнитный поток задающей обмотки. И наоборот, всякое резкое уменьшение якор-

ного тока главной цепи вызывает моментальный импульс тока в стабилизирующей обмотке, что усиливает магнитный поток.

Таким образом, всякое изменение тока главной цепи меняет магнитный поток дополнительных полюсов, в результате чего в стабилизирующей обмотке наводится э. д. с., которая затягивает процесс нарастания и спадания тока в главной цепи. Это обеспечивает устойчивость системы во время переходных процессов.

Плавность изменения момента на механизмах привода осуществляется регулированием сопротивления *9СД*, включенного последовательно с обмоткой гибкой отрицательной обратной связи по току главной цепи.

Введение гибкой отрицательной обратной связи по току главной цепи влечет за собой нежелательное перерегулирование скорости вращения двигателя при торможении. Это явление устраняется обмоткой *6Н1—6Н2*, действующей как гибкая и жесткая отрицательная обратная связь по напряжению генератора.

Эффективность действия гибкой отрицательной связи по току, создаваемой с помощью специальной обмотки *УТС* на дополнительных полюсах генератора, достигается устранением перерегулирования по току главной цепи в режиме короткого замыкания.

Коэффициент гибкой связи по току регулируется изменением сопротивления *9СД* в цепи обмотки управления магнитного усилителя.

Следует отметить, что слишком сильная гибкая связь по току главной цепи вместо стабилизирующего действия может быть причиной возникновения перерегулирования. В этом случае лучше пойти на ухудшение динамических характеристик, но путем ослабления связи по току главной цепи добиться, чтобы перерегулирования не было.

В системе управления с силовыми магнитными усилителями гибкая отрицательная связь практически может быть любой интенсивности.

УЗЕЛ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ОБМОТКИ ГЕНЕРАТОРА

В целях уменьшения реакции якоря и мощности возбуждения генераторов и, следовательно, уменьшения габаритов магнитных усилителей, сухих выпрямителей и трансформаторов питания, генераторы главных электроприводов выполняются с дополнительной параллельной обмоткой, которая включается по схеме самовозбуждения (см. рис. 138 и 139). В этом случае часть потребной мощности возбуждения, равная мощности параллельной обмотки, берется от генератора и, следовательно, мощность магнитных усилителей, питающих независимую обмотку возбуждения, соответственно снижается.

При введении параллельной обмотки самовозбуждения будет возрастать постоянная времени генератора, величина которой

будет определяться величиной мощности параллельной обмотки. Чем больше ее мощность по сравнению с независимой обмоткой, тем больше суммарная постоянная времени генератора. Однако при рациональном выборе параметров параллельной обмотки увеличение постоянной времени оказывается небольшим.

Для оценки быстродействия генератора независимого возбуждения с параллельной обмоткой целесообразно сравнивать его эквивалентную постоянную времени с постоянной времени генератора, имеющего только независимую обмотку, а также определить, как изменяется эквивалентная постоянная времени в зависимости от мощности, затрачиваемой в параллельной цепи.

Полученная зависимость дает возможность правильно выбрать дополнительное сопротивление $R_д$ и соотношение между ампер-витками независимой и параллельной обмоток. При этом допускаем, что характеристика холостого хода генератора линейна и объем меди обмотки возбуждения у генератора независимого возбуждения и суммарный объем меди катушек возбуждения у генератора с дополнительной параллельной обмоткой одинаковы; одинаковы также и допустимые плотности тока независимой и параллельной обмоток. При соблюдении этих условий постоянные времени независимой и параллельной обмоток будут пропорциональны выделяющимся в этих обмотках мощностям.

Если обозначить через T_0 постоянную времени генератора только с независимым возбуждением, то эквивалентная постоянная времени $T_{экв}$ генератора независимого возбуждения с дополнительной параллельной обмоткой будет выражаться следующей формулой:

$$\frac{T_{экв}}{T_0} = \frac{1 + \dfrac{P_{пр}}{P_\Sigma}\left(\dfrac{P_{пр.\,о}}{P_\Sigma} - 1\right)}{1 - \dfrac{P_{пр.\,о}}{P_\Sigma}},$$

где $P_{пр.\,о}$ — мощность возбуждения параллельной обмотки;
$P_{пр}$ — суммарная мощность параллельной цепи;
P_Σ — суммарная мощность параллельной и независимой обмоток.

На рис. 141 дана зависимость отношения $\frac{T_{экв}}{T_0}$ от отношения $\frac{P_{пр.\,о}}{P_{пр}}$ при значениях отношения ампер-витков параллельной обмотки к суммарным ампер-виткам возбуждения $\frac{P_{пр.\,о}}{P_\Sigma}$.

Из приведенной зависимости следует, что генератор смешанного возбуждения при одинаковом объеме меди параллельной и независимой обмоток $Aw_н = Aw_{пр}$ $\left(\frac{P_{пр.\,о}}{P_\Sigma}\right) = 0{,}5$ и при $\frac{P_{пр.\,о}}{P_{пр}} =$

$= 1$ ($R_д = 0$) будет иметь в 2 раза большую постоянную времени, чем такой же генератор, имеющий только независимую обмотку возбуждения.

При включении в параллельную цепь дополнительного сопротивления $R_д$ постоянная времени генератора уменьшается, но

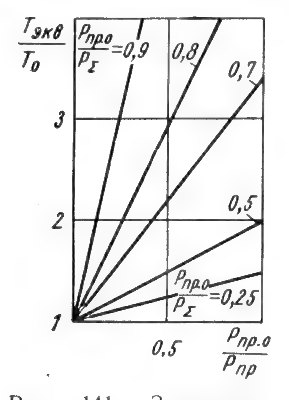


Рис. 141. Зависимость $\frac{T_{экв}}{T_0}$ от $\frac{P_{пр.о}}{P_{пр}}$ при разном соотношении ампер-витков независимой и параллельной обмоток

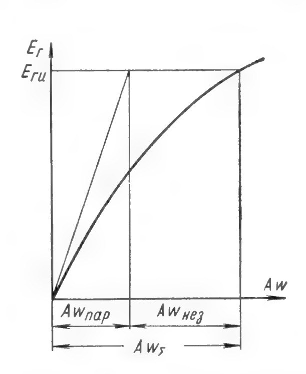


Рис. 142. График для определения соотношения ампер-витков обмоток возбуждения

при этом мощность цепи возбуждения возрастает. При $\frac{P_{пр.о}}{P_{пр}} = 0,25$ и $Aw_н = Aw_{пр}$ отношение $\frac{T_{экв}}{T_0} = 1,25$.

Таким образом, для выбранных параметров возбуждения мощность управления генератором снижается в 2 раза, а постоян-

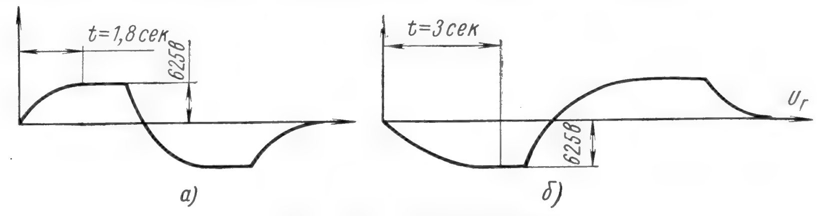


Рис. 143. Осциллограммы

ная увеличивается только на 25%. Выигрыш в мощности управления будет больше в малонасыщенных генераторах. В насыщенных генераторах эффект, получающийся при введении дополнительной параллельной обмотки, меньше, так как точка холостого хода у таких генераторов лежит обычно за коленом кривой намагничивания.

Процентное соотношение ампер-витков параллельной и независимой обмоток различно и при напряжении холостого хода составляет 25—40%. Графическое определение соотношения ампервитков обмоток возбуждения приведено на рис. 142.

Величина дополнительного сопротивления $R_{д}$, включаемого в цепь параллельной обмотки самовозбуждения, в несколько раз больше собственного сопротивления параллельной обмотки самовозбуждения $R_{пров}$. Соотношение этих сопротивлений составляет от 7 до 10.

При указанных соотношениях сопротивлений постоянная времени генератора при включении параллельной обмотки самовозбуждения меняется незначительно ввиду наличия большого добавочного сопротивления в цепи параллельной обмотки. Это подтверждается осциллограммами (рис. 143, *а* и *б*).

При уменьшении дополнительного сопротивления в цепи параллельной обмотки будет возрастать постоянная времени (рис. 143).

Глава IX

МОНТАЖ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

МОНТАЖ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА

От качества монтажа преобразовательного агрегата зависит надежность работы экскаватора. Особенно важным при монтаже является соблюдение соосности валов машин (центровка) и балансировка их якорей.

На заводе-изготовителе каждая машина балансируется отдельно и при сборке агрегата регулируется соосность машин. Однако последняя может быть нарушена при транспортировании или монтаже агрегата на экскаваторе. Это приводит к вибрации агрегата при работе и сильному износу упругих элементов соединительных муфт. Поэтому после установки и закрепления плиты агрегата на противовесе в кузове экскаватора необходимо проверить правильность установки линии вала.

При закреплении плиты агрегата на противовесе экскаватора нельзя допускать зазора между обработанной поверхностью плиты и плоскостью противовеса, так как это может привести при затяжке болтов к прогибу плиты и нарушению центровки. Зазоры надо устранять прокладками.

По окончании монтажа, перед пуском агрегата для нормальной эксплуатации необходимо:

1. Продуть машины сжатым воздухом давлением не более 2 *ат*, а доступные места протереть от пыли и грязи.

2. Осмотреть внутренние соединения на катушках цепи возбуждения, на зажимных досках, на щетках коллектора и других деталях и убедиться в надежности закрепления контактных болтов, шин и выводов.

3. Снять упаковку с коллектора и щеток, прочистить коллектор, протерев его чистой тканью, смоченной в спирте, и проверить состояние его поверхности. Коллектор не должен иметь царапин, забоин или раковин, при обнаружении последних необходимо коллектор обработать.

4. Вложить щетки в щеткодержатели и проверить прилегание их к коллектору, проверить надежность крепления щеткодержате-

лей и проводов щеток к бракетам траверсы, проверить отсутствие касания проводами щеток петушков якоря.

5. Проверить положение щеточной траверсы по заводской метке.

6. Проверить щупом зазоры между якорем и полюсами.

7. Проверить проволочные бандажи на якорях всех машин. Обнаруженные дефекты необходимо устранить.

8. Перед включением электродвигателя и генераторов необходимо обязательно проверить сопротивление их изоляции. Измерение следует производить мегомметром на 1000 *в*. Если сопротивление окажется ниже величин, указанных в разделе «Изоляция и сушка электрических машин», необходимо просушить машины током низкого напряжения или сухим воздухом, нагретым до 70—80° С.

9. При пробном пуске нужно проверить работу подшипников. Обнаружив стук или чрезмерный нагрев подшипников, следует вовремя остановить агрегат, разобрать подшипник и осмотреть его.

Для безопасности обслуживающего персонала корпуса электрических машин должны быть надежно заземлены путем соединения их с заземляющей сетью.

МОНТАЖ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА

При установке электродвигателя, соединяемого с механизмом муфтой, нужно точно совместить ось вращения электродвигателя с осью вращения механизма, исключив их смещение и перекос. Для этого при монтаже под лапы электродвигателя или механизма следует при необходимости подкладывать металлические пластины соответствующей толщины. Если соединение двигателя с механизмом осуществляется передачей, то при установке электродвигателя необходимо при помощи подкладок под лапы обеспечить параллельность осей двигателя и механизма, а также правильность зацепления зубчатой передачи. Перед пуском двигатель необходимо протереть от пыли, продуть, проверить целость и правильность установки щеток, состояние коллектора, а также состояние изоляции. Сопротивление изоляции измеряется мегомметром на 500 *в* и должно быть не ниже приведенных в табл. 26 величин. В противном случае электродвигатель необходимо сушить до восстановления сопротивления изоляции.

Для безопасности обслуживающего персонала необходимо обеспечить надежное заземление корпуса электродвигателя. С этой целью заземляющий провод подсоединяется к заземляющему болту, установленному на лапе двигателя. Заземляющее соединение должно иметь достаточно большое сечение с тем, чтобы возможность его обрыва была исключена. Место соединения к корпусу должно быть луженым и чистым.

МОНТАЖ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ШКАФА 2КВЭМ-6

1. Перед монтажом шкафа убедиться в целости всех аппаратов, фарфоровых изоляторов и армировки, а также работоспособности масляного выключателя и разъединителя. Консервирующую смазку снять, детали протереть салфеткой, смоченной в бензине, просушить на воздухе и вновь протереть. Загрязненные окрашенные поверхности, а также закопченные поверхности протирают чистой салфеткой. После этого шкаф устанавливают на платформу экскаватора и закрепляют болтами.

2. Проверить работу блокировки масляного выключателя с разъединителем и разъединителя с фасадной дверью. Особенно обратить внимание на правильность включения ножей разъединителя. Произвести монтаж контрольных проводов к клеммной сборке на левой стенке шкафа. Развернуть провода, идущие от главного автомата, и подсоединить к выводам низкого напряжения трансформатора.

3. Разделать и подсоединить высоковольтный кабель к высоковольтным аппаратам: разъединителю, предохранителю и масляному выключателю.

При монтаже шкафа необходимо следить за тем, чтобы не повредить антикоррозийные и защитные покрытия. Шкаф должен быть осмотрен на целостность деталей, узлов и покрытий.

В целях безопасности обязательно заземлить корпус шкафа с платформой экскаватора. Для этого шину 4×20 *мм* разметить по расположению бобышки в нижней задней части шкафа и просверлить отверстия для болтов заземления. Контактные поверхности облудить, остальную поверхность шины покрыть фиолетовой краской.

Аппаратура управления должна отвечать действующим правилам устройств электротехнических установок.

ИЗОЛЯЦИЯ И СУШКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Измеряют сопротивление изоляции и подвергают сушке все новые, длительное время находящиеся в бездействии или вышедшие из капитального ремонта машины, независимо от величины сопротивления изоляции их обмоток.

Измерению изоляции подлежат: а) в асинхронном двигателе — статорные обмотки всех трех фаз по отдельности с зажимами и обмотка возбуждения с контактными кольцами; б) в машинах постоянного тока — обмотки главного тока (якорная), дополнительных полюсов, компенсационная, параллельная главных полюсов, а также внутренняя проводка машины; в) в асинхронном короткозамкнутом двигателе — статорные обмотки всех трех фаз.

Для проверки состояния изоляции машину следует нагреть до температуры 70—80° С. Минимальное сопротивление изоляции

нагретой машины, при котором она может быть пущена в работу без предварительной сушки, следующее (в *Мом*):

Приводной двигатель преобразовательного агрегата на 6 *кв*	6
Генераторы постоянного тока	0,5
Двигатели постоянного тока	0,5
Прочие электрические машины	0,5

Если сопротивление изоляции меньше указанного, то машину необходимо сушить до восстановления сопротивления изоляции.

Минимально допустимое сопротивление R изоляции машины (во время работы) в нагретом состоянии не должно быть ниже

$$R = \frac{U}{P + 1009}\ Мом,$$

где U — номинальное напряжение обмотки в *в*;

P — номинальная мощность двигателя в *квт*.

Сушку обмоток машин можно производить: горячим воздухом (внешний нагрев); током, пропускаемым через обмотки (внутренний нагрев), и током короткого замыкания. Выбор способа зависит от местных условий и от условий его применения.

При низкой температуре окружающего воздуха можно рекомендовать комбинированный нагрев обмотки — внешний и внутренний. Если же, например, сопротивление изоляции машины, ввиду сильного ее увлажнения, составляет менее 0,1 *Мом*, сушку лучше производить нагретым воздухом, а затем, по мере возрастания сопротивления, перейти на комбинированный нагрев обмотки. При сильно увлажненной обмотке не рекомендуется начинать ее сушку током, так как интенсивное выделение тепла в меди может нарушить прочность изоляции. Особенно опасен постоянный ток из-за его электролитического действия.

Если сопротивление изоляции не восстанавливается сушкой, необходимо проверить изоляцию каждого отдельного участка электрической цепи.

Для ускорения процесса сушки машину вентилируют. До начала сушки проверяют качество заземления.

Сушку горячим воздухом можно проводить при помощи воздуходувок. Воздух, нагретый до 90—100° С, направляют в двигатель со стороны коллектора. Для более равномерного нагрева и устранения подгара коллектора под щетками желательно в процессе сушки время от времени поворачивать якорь машины на пол-оборота.

Машину открытого исполнения при сушке укрывают брезентом или устанавливают вокруг нее разборную воздушную камеру из фанерных щитов. В обоих случаях предусматривают отверстия: вверху — для выхода увлажненного воздуха, внизу — для поступления свежего.

В двигателях закрытого исполнения (подъема, поворота, хода и напора) при значительном увлажнении обмоток горячий воздух следует направлять в смотровые люки со стороны коллектора, а при слабом увлажнении — со стороны вентилятора. Во втором случае на вентиляторе двигателя со стороны входа воздуха можно установить камеру с электронагревательными элементами (калорифер).

При использовании постоянного тока генератор сушится вместе с каким-нибудь двигателем (подъема, напора или поворота). Сетевой электродвигатель к этому времени должен быть просушен и находиться в работе.

Генераторы при сушке получают пониженное возбуждение (10—15%) $I_{в. ном}$ от выпрямителей, аккумуляторов, магнитных усилителей или других источников постоянного тока.

Если за время сушки обмотки якоря (генератора и двигателя) катушки главных полюсов были просушены недостаточно, их следует досушить в неподвижном состоянии машины, используя источник тока, равный (50—60%) $I_{в. ном}$ (ток якоря при этом равен нулю).

При сушке машин током температуру обмоток следует повышать медленно, увеличивая ток в течение 6—8 *ч*.

Электродвигатели переменного тока можно сушить трехфазным током пониженного напряжения. Электродвигатели постоянного тока сушат постоянным током. Параллельные обмотки возбуждения могут быть включены на номинальное напряжение (желательно на 110 *в*) при соединении обмотки в две параллельные группы, а обмотку якоря с добавочными полюсами соединяют с катушками последовательного возбуждения, подводя питание от источника пониженного регулируемого напряжения.

Приводной высоковольтный двигатель иногда сушат током короткого замыкания. Для этого в статорную обмотку сетевого электродвигателя АЭ-113-4 или АЭ-114-4 включают напряжение 380 или 220 *в*. В зависимости от величины подводимого напряжения комбинируют соединение обмоток статора так, чтобы ток в его рабочей ветви был не более 0,7 $I_{ном}$.

Приводные синхронные электродвигатели экскаваторов целесообразно сушить постоянным током от возбудителя собственных нужд. Реостат ставят в положение, при котором напряжение на возбудителе собственных нужд будет минимальным. Подают ток в индуктор двигателя и регулируют сопротивление реостатом так, чтобы двигатель нагревался постепенно и температура в любой точке машины не превышала 90° С.

Процесс сушки изоляции обмоток генераторов контролируют мегомметром на 1000 *в*, а двигатели постоянного и переменного тока — мегомметром на 500 *в*. По результатам измерений строят кривые сопротивления изоляции и температуры нагрева машины. Как видно из графика на рис. 144, вначале температура нагрева

повышается, а сопротивление изоляции падает. Затем, по мере подсушки, сопротивление повышается и, наконец, становится постоянным или увеличивается незначительно.

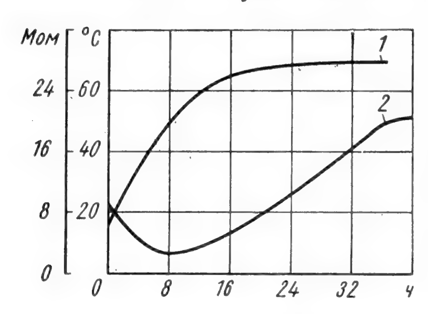


Рис. 144. Кривые сопротивления изоляции (*1*) и температуры нагрева (*2*) машины

Сушку машины можно считать законченной, если сопротивление изоляции в течение 6—8 *ч* остается неизменным и величина его не меньше 0,5 *Мом* (при вычерчивании последнего участка кривой следует брать точки при одинаковой температуре машины).

На время измерений возбуждение на генераторах должно быть снято. Сопротивление изоляции измеряют в начале сушки через каждые 30 *мин*, а по достижении установившегося сопротивления — через каждые 60—120 *мин*; показания остальных приборов записывают через каждый час. Данные измерений заносят в специальный формуляр, образец которого приведен в табл. 23.

Таблица 23

Формуляр сушки машины постоянного тока, тип——№——, ——*квт*, ——*а*, ——*в*, ——*об/мин*, ——возбуждение——*а*

Дата измерений	Время измерения	Ток в *а*		Температура окружающей среды в *град*	Температура *t* нагрева в *град* и сопротивление изоляции $R_{из}$ в *Мом*							
		якоря	возбуждения		коллектора		обмотки якоря		дополнительных полюсов		обмотки возбуждения	
					t	$R_{из}$	t	$R_{из}$	t	$R_{из}$	t	$R_{из}$

РАЗБОРКА И СБОРКА МАШИН ПЯТИМАШИННОГО АГРЕГАТА

Разборку пятимашинного агрегата производят в следующем порядке:

1) отсоединить кабель от зажимов;

2) освободить машины от соединения эластичными муфтами, очистить их от пыли и грязи;

3) снять полумуфты с валов машин;

4) снять торцовые шайбы, крепящие подшипниковые щиты, и отвернуть стопорные винты подшипника (где они имеются);

5) отсоединить кабели, лежащие внутри машины, от зажимной доски;

6) снять щиты отжимными винтами;

7) снять щеткодержательную траверсу, отпустив подведенные к траверсе провода;

8) вынуть якорь из станины, предварительно положив между ним и полюсами картон толщиной 0,8—1,5 *мм* для сохранения обмотки якоря от царапин и повреждений.

Сборку машин и агрегата производят в обратной последовательности. Перед тем как окончательно затянуть болты, крепящие подшипниковые щиты, необходимо проверить зазор между полюсами и якорем. Зазор под каждым полюсом не должен отличаться от среднего более чем на 10%. При сборке машин и агрегата необходимо уделить особое внимание балансировке машин и центровке валов.

При разборке машин обязательно пронумеровать болты и отверстия на соединительных муфтах и поставить на половинках муфт отметку «*О*» их относительного расположения, чтобы при повторной сборке поставить болты и полумуфты на свое место. В противном случае может нарушиться балансировка.

Сборка агрегатов всех карьерных экскаваторов начинается с установки на фундаментной плите приводного электродвигателя. Двигатель устанавливают по контрольным шпилькам в лапах. Под лапы нужно подложить все прокладки, вынутые и помеченные при разборке агрегата. После установки и закрепления приводного электродвигателя можно приступить к установке генераторов на фундаментной плите, присоединяя к электродвигателю с одной стороны генератор поворота, а с другой — генератор подъема. При сопряжении машин эластичными муфтами центровку валов необходимо вести по полумуфтам.

После проведения всех мероприятий, указанных в разделе «Монтаж преобразовательного агрегата», агрегат пускают без нагрузки для проверки степени вибрации подшипников и станин. Допустимая амплитуда вибрации для машин, вращающихся со скоростью 1500 *об/мин*, находится в пределах 0,03—0,09 *мм*. Если вибрация выше допустимой при отбалансированных машинах (каждой в отдельности), необходимо проверить затяжку всех болтов крепления генераторов и подставки возбудителя.

Если во время эксплуатации машин агрегата производилась замена обмотки якоря, проточка коллектора или снятие и посадка соединительных муфт, т. е. операции, при которых могла быть нарушена установленная заводом балансировка машин и соосность их валов, то необходимо уделить особое внимание балансировке машин и выверке линии вала.

Правильная выверка линии вала — одно из основных требований при его сборке после ремонта или при проверке сборки с целью выявления причин ненормальной вибрации. Неудовлетворительная выверка линии вала быстроходных машин (1000—3000 *об мин*) проявляется в ощутимой вибрации, которая создает повышенный шум в подшипниках и приводит к быстрому износу резиновых колодок эластичных муфт.

Выверка валов пятимашинного агрегата производится методом центровки двух валов на трех опорах, так как все генераторы экскаваторов (подъема, поворота и напора) имеют по одному подшипнику, а концы валов со стороны привода закрепляются консольно жесткой муфтой, создавая таким образом, добавочную нагрузку на общие подшипники и способствуя деформации линии вала. Подъем или опускание одного из подшипников агрегата вызывает перераспределение нагрузок между подшипниками. Это может привести к увеличению изгибающих моментов и упругому прогибу валов. Последнее обстоятельство изменяет критическое число оборотов вала, приближая его к рабочему.

При неправильном распределении нагрузок вследствие плохой центровки валов соединительная муфта испытывает при вращении агрегата дополнительные усилия, переменные по величине, которые вызывают разработку соединения, а в некоторых случаях — обрыв болтов.

Центровка валов осуществляется путем проверки положения половинок муфт. При совпадении осей валов ободы полумуфт должны быть взаимно концентричны (отсутствие взаимного смещения осей), а их торцовые плоскости параллельны (отсутствие излома осей валов). После этого болты подшипников затягивают и делается вторичная проверка центровки. Отклонение от идеального положения осей валов допустимо не более чем на 0,05 *мм*. При отсутствии «боя» вала производится окончательная установка подшипниковой стойки по высоте и в горизонтальной плоскости. Не следует выравнивать положение валов шабровкой боковых поверхностей вкладышей подшипников даже при небольших отклонениях.

«Бой» вала может быть вызван неравномерной затяжкой болтов, кривизной одного из валов, неправильной обработкой и посадкой полумуфт. Кроме неравномерной затяжки болтов, остальные ненормальности выявляются в процессе центровки по торцам полумуфт. При наличии дефекта в полумуфте или кривизны вала, зазор между торцами полумуфт во время проворачивания валов для одной и той же точки будет изменяться.

После выверки валов (центровки) приступают к выверке подшипников. Установку их проверяют таким образом, чтобы при совпадении по длине осей железа статора и ротора, полюсов станины и якорей был зазор между галтелями вала и торцами вкладышей не менее 2 *мм*.

Якоря электродвигателей постоянного тока и генераторов преобразовательного агрегата, имеющие большую длину и массивные детали коллектора, как правило, требуют динамической балансировки.

Для наиболее успешной балансировки машин и агрегата рекомендуется пользоваться методом обходного груза в следующем порядке:

1. Виброметром измерить в нескольких местах вибрацию станин и подшипниковых щитов всех машин. При отсутствии виброметра можно пользоваться индикатором, приняв меры для предупреждения ложных показаний от влияния вибраций корпуса экскаватора. Для этого индикатор устанавливают, например, на резиновых амортизаторах.

2. Закрепить балансировочный груз аналогично закрепленному на заводе-изготовителе (вблизи места наибольшей вибрации) и при этом грузе снова измерить вибрацию в ранее отмеченных точках. Балансировочные грузы в виде стальных пластин или шайб весом 150—200 *г* в некоторых электродвигателях закрепляют приваркой к стальным деталям якоря. Однако во избежание повреждения изоляции якоря во время приварки груза следует предпочитать механическое крепление. Последнее должно надежно исключать возможность отрыва или смещения груза.

3. Переставляя балансировочный груз поочередно в четыре диаметрально противоположные точки, измерить вибрацию и записать.

4. Выявив положение балансировочного груза, при котором получается наименьшая вибрация, следует, изменяя вес груза, добиться его значения, при котором вибрация снижается до необходимого минимума.

5. Балансировочный груз заменить постоянным грузом того же веса и надежно его закрепить.

После окончания центровки и балансировки машин агрегата нужно проверить электрическую часть.

Глава X

НАЛАДКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

НАЛАДКА ЭЛЕМЕНТОВ СХЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕМ ГЛАВНЫХ ПРИВОДОВ

Качество наладки элементов схем управления главных приводов предопределяет работоспособность экскаватора, поэтому на эту наладку должно быть обращено особое внимание как при первом пуске машины, так и при эксплуатации этих элементов. Основой оценки качества наладки является получение заданного быстродействия при устойчивой работе системы управления и отсутствие перерегулирования. Такая оценка обычно производится по осциллографическим записям работы приводов основных механизмов. На осциллограммах работы приводов под нагрузкой записываются изменения скорости привода, тока главной цепи и тока задающей обмотки усилителя. Для выявления качества токоограничения осциллографируется также режим копания до стопорения и резкое стопорение ковша.

При осциллографировании привода подъема скорость привода напора регулируется так, чтобы он не отставал от подъема. Для привода поворота осциллографируется разгон до полной скорости, затем реверсирование, разгон до полной скорости в противоположную сторону и торможение установкой командоконтроллера в нулевое положение. Осциллографирование производится при пустом и полностью загруженном ковше.

После окончания наладки схемы управления осциллографируется работа основных механизмов экскаватора в обычном рабочем цикле, снимаются так называемые *цикловые осциллограммы*. При этом желательна одновременная запись работы электроприводов всех трех основных механизмов экскаватора. Налаженная схема главных приводов должна при пуске обеспечивать вначале плавное трогание и выбор зазоров в кинематической цепи системы на малой скорости, а затем форсированный разгон.

Перед наладкой главных приводов необходимо отключить:

1) цепь возбуждения электродвигателей подъема, напора, поворота и хода для регулировки стопорного тока. При этом

во избежание разноса необходимо на каждом механизме надежно затянуть тормоза;

2) главную цепь якорей электродвигателей подъема, напора, поворота и хода. Разрывать главную цепь между генератором и двигателем, в которую включены дополнительные полюса генератора и двигателей, не разрешается. Для разрыва же главных цепей электродвигателей поворота и хода рекомендуется использовать контакторы *КВ* и *КХ*;

3) все цепи возбуждения генераторов и обмоток управления силовых магнитных усилителей;

4) все цепи обмоток самовозбуждения генераторов в точках соединения дополнительных сопротивлений обмоток самовозбуждения генераторов.

После отключения цепей и регулирования необходимо произвести наружный осмотр электрооборудования и убедиться в отсутствии замыканий на корпус экскаватора обмоток управления силового и магнитного усилителей, силовых цепей и обмоток возбуждения двигателей и генераторов, кабелей и проводов. Далее следует произвести проверку включений и настройку установок релейно-контакторной аппаратуры, установить щетки электрических машин на нейтрали, проверить правильность и последовательность действия вспомогательных механизмов и аппаратов, обеспечивающих нормальную работу машин преобразовательного агрегата и электродвигателей главных приводов.

Сопротивление изоляции панели № 1, блока сопротивлений и ящика управления должно быть не менее 3 *Мом*, сопротивление изоляции панели № 2 и блока регулирования должно быть не менее 5 *Мом*. Измерение сопротивления изоляции относительно корпуса производится мегомметром 500 *в* в холодном состоянии в нормальных заводских условиях. При испытании один полюс мегомметра присоединяется к корпусу панели (к заземляющему болту), а другой поочередно подключается к выводным клеммам, расположенным на зажимной рейке.

При наладке главных приводов основное внимание уделяется режимам холостого хода генератора, токам короткого замыкания и торможению противотоком. Рекомендуется часто проверять напряжение возбудителя собственных нужд, чтобы не регулировать заново параметры главных приводов.

При переключениях и касаниях токоведущих частей аппаратов надо выключать на магнитных станциях напряжение, а при операциях в цепях возбуждения двигателей и генераторов останавливать преобразовательный агрегат. Рукоятки и педали командоконтроллеров до каждого измерения должны быть поставлены в нулевое положение.

После наладки элементов схемы главных приводов напряжение на генераторах и стопорные токи в каждом из приводов должны быть одинаковыми, независимо от изменения стороны вращения

электродвигателей. Включение главных приводов после наладки производится в той же последовательности, что и отключение.

Схема управления должна быть смонтирована в соответствии с проектом. Правильность соединений проверяют «прозваниванием» каждого соединительного провода при помощи трансформатора *1*, включаемого на лампу *2* через заземление *3* (рис. 145). Для этой цели проверяемый провод *4* отсоединяют с обеих сторон, один конец его заземляют, а к другому касаются концом провода *5*, который подключен к вторичной обмотке трансформатора. Если проверяемый провод был присоединен правильно, то образуется замкнутая цепь и лампа *2* загорится.

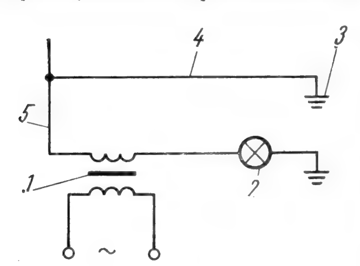


Рис. 145. Схема проверки соединений схем

При проверке особое внимание следует обратить на провода токового узла, узла напряжения и гибкой связи по току, концы которых должны быть снабжены облуженными наконечниками. Присоединение наконечников к проводам главной цепи должно быть абсолютно надежным.

После проверки схемы следует произвести проверку включений релейно-контакторной аппаратуры и электромагнитов управления тормозами.

Для проверки взаимодействия релейно-контакторной аппаратуры необходимо перед включением питания цепей управления в сеть 110 *в* отключить от потенциометров узлы отсечки по току. При настройке реле напряжения и тока фиксируется напряжение или ток отпускания. По этим данным вычисляют коэффициент возврата реле, представляющий собой отношение напряжения или тока отпускания к напряжению или току втягивания.

Реле номинального напряжения РННП и РННН предотвращают ослабление магнитного поля двигателей механизма подъема или напора, если напряжение на генераторе меньше 0,9 номинального. Коэффициент возврата этих реле

$$k_в = \frac{V_{отп}}{V_{вт}} = 0,20 \div 0,25.$$

Если коэффициент возврата меньше указанного, процесс торможения механизма после ослабления поля затягивается, так как торможение вследствие уменьшенного магнитного потока проходит на пониженном моменте. Увеличение коэффициента возврата достигается установкой немагнитной прокладки толщиной 1—2 *мм*.

Для проверки напряжения втягивания реле максимального тока требуется источник постоянного напряжения с возможностью

плавной регулировки от 0 до 50—55 *в* и вольтметр постоянного тока на 50 *в*.

Предварительно отключив кремниевые выпрямители ВКП, ВКН и ВКВ, или, в зависимости от установки, соответственно германиевые выпрямители ВГП, ВГН и ВГВ, подают напряжение на места подключения максимальных реле, плавно поднимая его от нуля до втягивания реле РТМП, РТМН и РТМВ. Тем самым определяют напряжение втягивания. Величины напряжений втягивания реле: РТМП—30 *в*, РТМН—20 *в* и РТМВ—21 *в*.

До начала наладки необходимо проверить нейтраль электрических машин. Перед проверкой нейтрали необходимо убедиться, что щетки хорошо притерты всей поверхностью к чистому и продутому сжатым воздухом коллектору, нажимное устройство щеткодержателей работает надежно, выводы обмоток якоря компенсационной обмотки и обмотки добавочных полюсов на щитке машины соединены правильно. При нейтральном положении щеток э. д. с. трансформации между обмотками главных полюсов и неподвижного якоря должна быть равна нулю; это свидетельствует о полной уравновешенности всех частей обмоток якоря по отношению к полю главных полюсов.

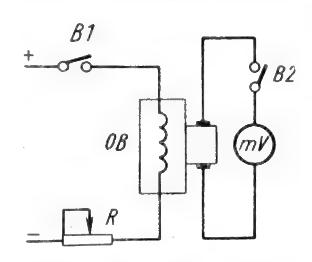


Рис. 146. Схема определения точной установки траверсы

Определение нейтрали удобнее всего производить индуктивным методом при неподвижной машине (рис. 146). В этом случае к щеткам противоположной полярности якоря присоединяется чувствительный милливольтметр, а в обмотку главных полюсов толчками подается питание от постороннего источника постоянного тока. Всякое смещение щеток с нейтрального положения вызывает отклонение стрелки прибора. Эти отклонения удобнее всего учитывать при выключенном токе в обмотке возбуждения.

Для установки щеток на нейтраль нужно освободить болты, крепящие траверсу, и медленно передвигать щетки в сторону убывающего отклонения стрелки прибора до тех пор, пока при выключении тока возбуждения стрелка прибора не перестанет отклоняться. Если направление отклонений изменилось на обратное, значит щетки передвинуты слишком сильно и надо осторожно передвигать их в обратном направлении. При нейтральном положении щеток прибор не должен давать отклонений.

НАЛАДКА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ГЛАВНЫМИ ПРИВОДАМИ НА ХОЛОСТОМ ХОДУ

Перед наладкой электропривода производят наружный и внутренний осмотр электрических машин, замеряют с помощью мегомметра сопротивление изоляции, проверяют правильность

установки нейтрали генераторов и двигателей индуктивным методом, проверяют правильность направления вращения высоковольтного электродвигателя преобразовательного агрегата.

Для проведения наладки размыкают главную цепь всех приводов системы Г—Д (запрещается размыкать главную цепь между точками подключения токовых обмоток), отключают обмотки управления магнитного усилителя и шунтовые обмотки генераторов во избежание самовозбуждения. Перед пуском агрегата тщательно его проверяют и проворачивают вручную. При наладке главных приводов сначала согласовывают полярность обмоток возбуждения двигателей, регулируют их токи, а затем устанавливают напряжение холостого хода и ток короткого замыкания. Две полуобмотки независимого возбуждения генератора каждого привода должны быть включены согласно; в случае встречного включения необходимо переключить концы одной из полуобмоток. Если все элементы схемы работают нормально, то производят определение полярности обмотки отрицательной обратной связи по напряжению. При этом необходимо помнить, что наладка узла обратной связи по напряжению, выполненного по мостовой схеме, отличается от наладки узла, выполняющего роль совместной гибкой и жесткой связи по напряжению генератора.

Правильность подключения и действие гибкой обратной связи по напряжению генератора (обмотки УМС-5 усилителя) определяется при ее включении на напряжение холостого хода генератора по показаниям вольтметра. В схемах управления от силовых магнитных усилителей для стабилизации по напряжению генератора используется мост, включенный на якорь генератора, одним плечом которого является обмотка самовозбуждения генератора, а тремя остальными — омические сопротивления. В диагональ моста включена стабилизирующая обмотка блока магнитных усилителей УМС-5. При включении стабилизирующей обмотки мост необходимо сбалансировать подбором сопротивления только в одном его плече — в том, где включено сопротивление *1СД*.

Сопротивление *1СД* регулируют до тех пор, пока показание вольтметра, включенного в диагональ моста вместо обмотки УМС-5 усилителя, не станет близким, но не равным нулю. Этот незначительный небаланс моста необходим для выявления намагничивающего или размагничивающего действия обмотки УМС-5 в момент ее подключения к зажиму *5Н1* блока усилителей. Если при этом процесс изменения напряжения генератора происходит без колебаний, то полярность обмотки УМС-5 правильна. При колебаниях напряжения генератора следует выводы обмоток УМС-5 на каждом усилителе поменять местами.

Операция по подключению обмотки УМС-5 производится на первом положении командоконтроллера. Степень действия стабилизирующей обмотки УМС-5 проверяется при резких переме-

щениях рукоятки КК из одного положения в другое; при этом наблюдают за скоростью нарастания напряжения на генераторе с отключенной стабилизирующей обмоткой и с подключенной обмоткой. При правильно включенной стабилизирующей обмотке напряжение на генераторе растет медленнее. При неправильной

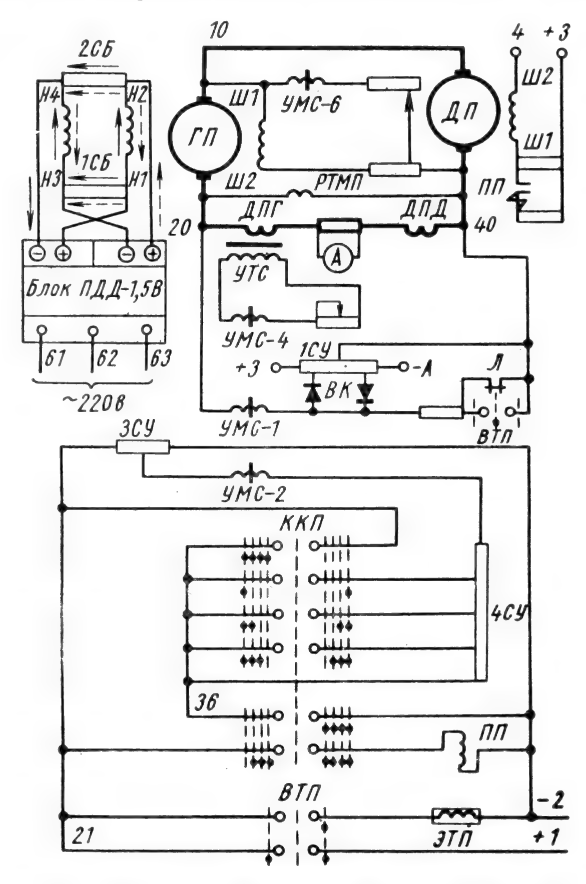


Рис. 147. Схема управления приводом подъема

полярности узла возникают колебания на напряжении генератора, устранить которые можно лишь отключением стабилизирующей обмотки или остановкой генератора.

В измененной схеме, где нет динамического моста, нет необходимости в подобном подключении обратной гибкой связи и поэтому наладка значительно упрощается.

В новых схемах (рис. 147—150) обмотка *6Н1—6Н2* выполняет одновременно роль жесткой отрицательной обратной связи и гибкой обратной связи по напряжению генератора.

При разгоне, торможении и реверсе обмотка *6Н1—6Н2* находится под действием двух напряжений: 1) напряжения генератора и 2) э. д. с. самоиндукции, возникающей в параллельной обмотке. При изменении потока главных полюсов начинает течь суммарный ток, создающий магнитный поток, направленный

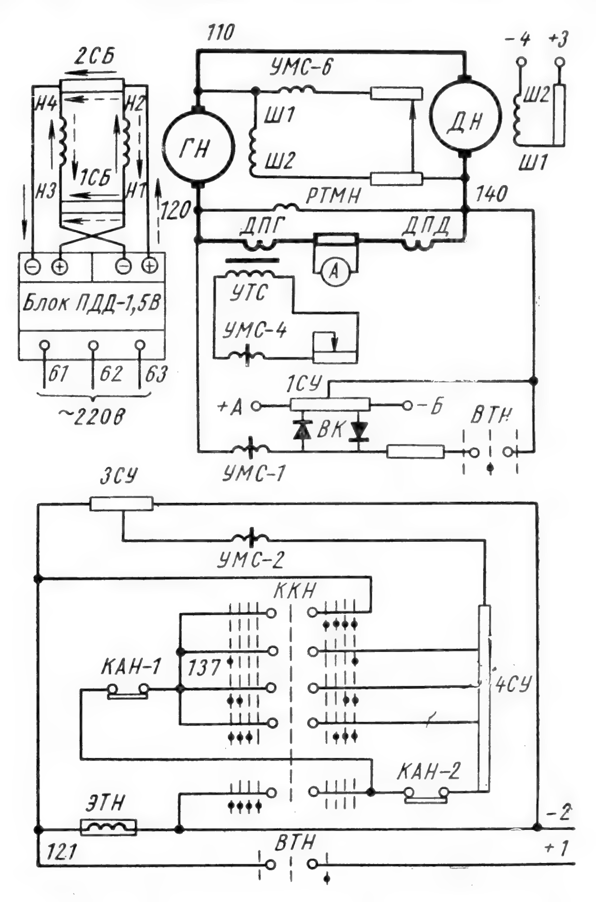


Рис. 148. Схема управления приводом напора

навстречу потоку задающей обмотки. В установившемся режиме э. д. с. самоиндукции не наводится и обмотка *6Н1—6Н2* действует только как жесткая отрицательная обратная связь по напряжению генератора.

Такое подключение обмотки *6Н1—6Н2* обеспечивает быстрое и плавное нарастание или спадание напряжения генератора, а следовательно, скорости привода, и устраняет перерегулирование привода из-за введения стабилизации по току главной цепи.

При наладке узла обмотки *6Н1—6Н2*, выполняющей роль гибкой и жесткой отрицательной обратной связи, сопротивление, включенное последовательно обмотке *6Н1—6Н2*, не должно превышать 700—750 *ом* и величина сопротивления, включенная в цепь обмотки самовозбуждения, — 50—60 *ом*

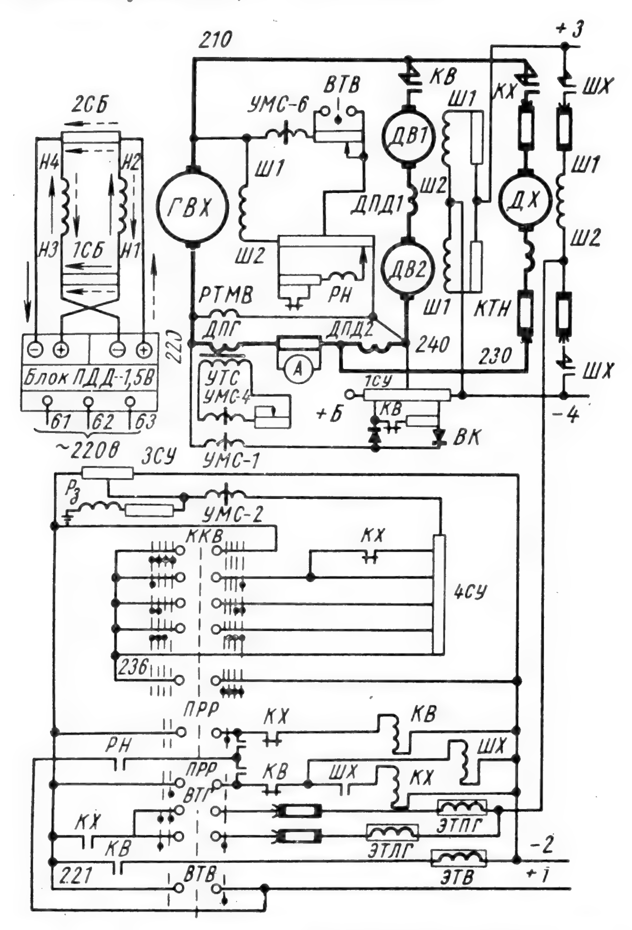


Рис. 149. Схема управления приводом поворота—хода

При снятии характеристик холостого хода генераторов в первый раз увеличение напряжения генератора до номинала необходимо производить плавно, в течение примерно 5 *мин*, тщательно наблюдая за показаниями прибора. Одновременно в цепях задающей обмотки магнитных усилителей производят окончательную разбивку сопротивления по скоростям для каждого положения командоконтроллера с таким расчетом, чтобы напряжение гене-

раторов приводов соответствовало всем положениям командоконтроллера в обе стороны: первая скорость имела 25% номинального напряжения, вторая — 50%, третья — 75%, а четвертая — 100% номинального напряжения (рис. 151). При этом задающая обмотка всех приводов должна подключаться к средней

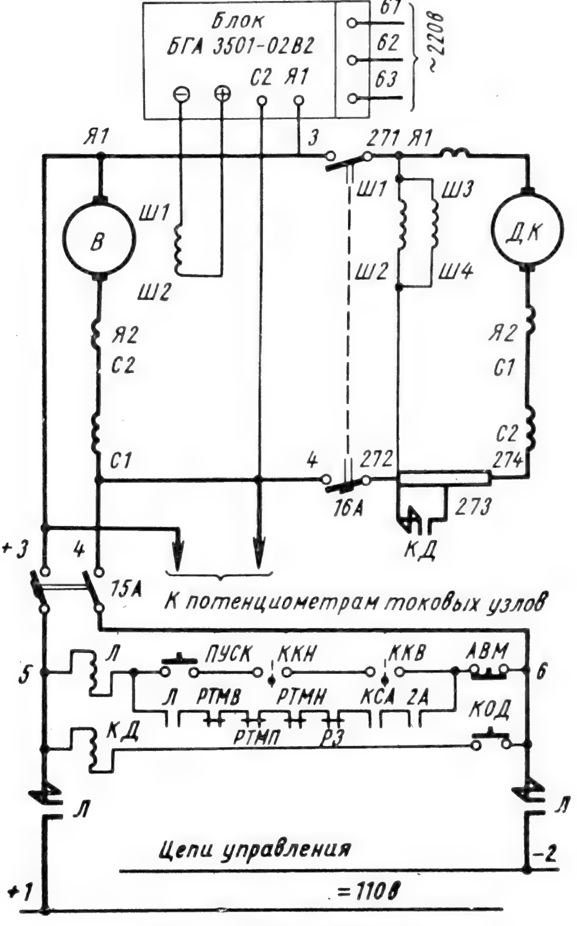


Рис. 150. Схема возбудителя

точке потенциометра *ЗСУ* (рис. 147—150). В противном случае напряжение генератора и, следовательно, скорости двигателей приводов будут иметь разную величину при изменении направления вращения. При этом величины токов в задающей обмотке усилителя каждого привода для всех положений командоконтроллера должны быть установлены так, чтоб они соответствовали приведенным в прилож. III.

Примерная форма осциллограмм холостого хода приводов подъема и напора представлена на рис. 152.

Во избежание короткого замыкания через выпрямитель в момент подключения токового узла необходимо проверить полярность токовой обмотки и потенциометра. Первая должна быть выбрана так, чтобы действие ее было направлено в двигательном режиме на размагничивание генератора, т. е. на ограничение тока главной цепи. Согласование полярности и включение обмоток токового узла должны производиться по временно собранной схеме при разомкнутой главной цепи, независимо от системы управления. Напряжение для преодоления запирающего потенциала берется от постоянного источника. Такой метод подключения обмоток и наладка элементов узла токоограничения исключает возможность получения больших токов в главной цепи, опасных для якорей двигателей и генераторов.

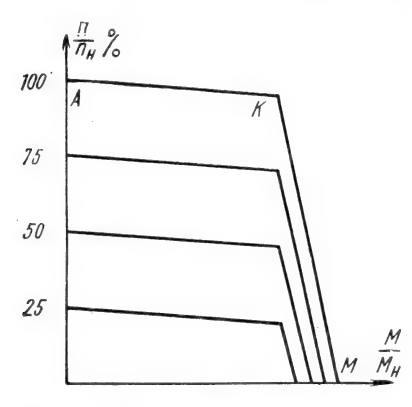


Рис. 151. Разбивка скорости приводов по положениям командоконтроллера

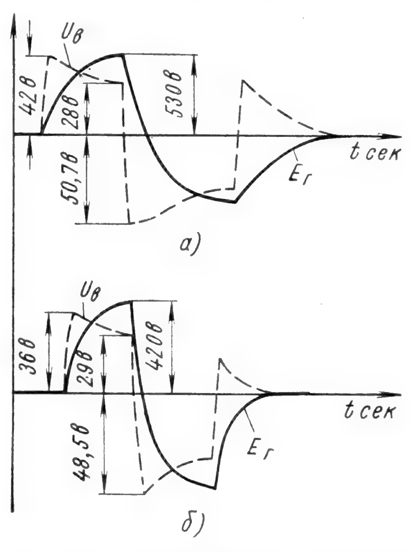


Рис. 152. Осциллограммы холостого хода с подключенной обмоткой совмещенной гибкой и жесткой связи по напряжению генератора:

а — подъем; *б* — напор

Если при установке командоконтроллера механизма подъема с управлением от силовых магнитных усилителей в любое положение «На себя» (подъем ковша) напряжение генератора имеет плюс на зажиме *20* и минус на зажиме *40* (рис. 153) и если для размагничивания генератора необходимо подать на токоограничивающий узел напряжение с полярностью плюс в точке *А* и минус в точке *Б*, то после записи данных для построения характеристики точку *А* необходимо присоединить к зажиму *20*, а точку *Б* — к зажиму *40*. Питание потенциометра сравнения остается по постоянной схеме.

Полярность токовых обмоток двигателей напора и поворота определяют так же, как и полярность у двигателя подъема.

После подключения узла токоограничителя включают вольтметр на зажимы якоря генератора и ставят командоконтроллер на первое положение. Затем увеличением напряжения на вольтметре U_1 размагничивают генератор до нуля, записывая при этом несколько показаний вольтметра. Напряжение, измеряемое вольтметром, пропорционально величине тока главной цепи, т. е.

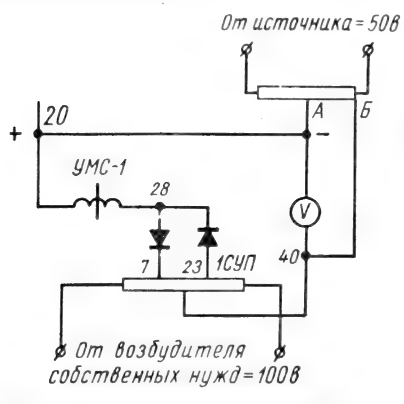


Рис. 153. Согласование полярности узла токовой отсечки

для генераторов подъема $I_{г.\,п} = \frac{U_1}{0{,}01215}$;

для генератора напора $I_{г.\,н} = \frac{U_1}{0{,}0548}$;

для генератора поворота $I_{г.\,в} = \frac{U_1}{0{,}057}$.

Для каждого значения U_1 расчетом определяют соответствующее значение тока главной цепи и строят внешнюю статическую характеристику для первого положения командоконтроллера. После этого в том же порядке строят статические характеристики для остальных его положений.

НАЛАДКА ПРИВОДОВ В СТОПОРНОМ РЕЖИМЕ

При наладке привода в стопорном режиме проверяют токи главной цепи для каждого положения командоконтроллера и регулируют параметры отрицательной гибкой обратной связи по току главной цепи. Полярность обмотки узла токовой отсечки может быть проверена при замкнутой главной цепи нижеописанным способом.

Собрать схему (рис. 154). Пустить агрегат; рукоятку командоконтроллера при этом поставить в нулевое положение. За счет остаточного напряжения по силовой цепи протекает небольшой ток, и стрелка амперметра на пульте управления имеет небольшое отклонение. Отключить штурвалом привод масляного выключателя, а затем на выбеге агрегата кратковременно коснуться перемычкой, подключенной к зажимам *40* (*140*, *240*) на клеммнике панели управления, клеммы *1Н2* магнитного усилителя. Если остаточный ток слишком мал, его можно временно искусственно увеличить до 20—30 *а*, передвигая хомутик на потенциометре обмотки смещения соответствующего привода. Если токовая обмотка включена правильно, то при ее подключении остаточный

ток уменьшается, если неправильно, то величина тока резко увеличивается.

Статическая характеристика главных приводов при любой системе управления регулируется за счет изменения запирающего потенциала токовой обмотки и дополнительных сопротивлений, включенных последовательно задающей и токовой обмоткам. Внешняя статическая характеристика на последнем положении командоконтроллера (см. рис. 151) привода подъема и поворота представлена горизонтальным участком *АК*, а после действия обратной связи по току главной цепи — круто падающей прямо *КМ*.

Пока ток в главной цепи мал, отсечка не работает, т. е. размагничивающая обратная связь по току отсутствует. Когда же ток достигает некоторой заранее установленной величины, отсечка начинает действовать, генератор размагничивается, в результате чего достигается ограничение момента.

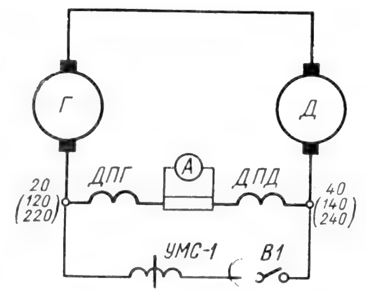


Рис. 154. Схема наладки узла токовой отсечки

Установившийся ток главной цепи при заторможенных двигателях называется **стопорным током**, а соответствующий ему момент — **стопорным моментом**.

Перед проведением опыта короткого замыкания механизмы стопорят путем отключения независимого возбуждения двигателей с наложением тормозов.

Увеличение тока короткого замыкания необходимо проводить плавно, при питании задающей обмотки усилителя от потенциометра до значения тока якоря, составляющего 15—20% от номинального тока якоря. При этом проверяется правильность показаний амперметра тока главной цепи в кабине машиниста путем сравнения показаний этого амперметра с показаниями контрольного милливольтметра, подключенного непосредственно к шунту около генератора. Затем проверяется работа схемы при другой полярности задающего сигнала. Если схема управления работает нормально, увеличивают ток главной цепи сначала до номинального, а затем до стопорного значения, непрерывно наблюдая за коллектором генератора.

Полярность обмоток гибкой обратной сзязи по току, намотанных на дополнительных полюсах генератора, может быть определена в опыте короткого замыкания пробными замыканиями цепи этой обмотки управления при произвольной ее полярности. В том случае, если полярность этой обмотки окажется неправильной, то изменение тока главной цепи (особенно снижение тока) будет происходить сравнительно быстро, с перерегулированием;

Таблица 24

Основные наладочные параметры

№ п/п	Наименование измеряемого параметра	Параметры напора		Параметры подъема		Параметры поворота-хода	
		Расчетные	Установленные на монтаже при наладке [1]	Расчетные	Установленные на монтаже при наладке [1]	Расчетные	Установленные на монтаже при наладке [1]
1	Напряжение при нулевом положении командоконтроллера	$U_{142-146} = 0 \div 0{,}3$ *в* $U_{141-143} = 0 \div 0{,}3$ *в* $U_{141-146} = 28 \div 30$ *в* $U_{142-143} = 28 \div 30$ *в*	$U_{142-146} =$ $U_{141-143} =$ $U_{141-146} =$ $U_{142-143} =$	$U_{42-46} = 0 \div 0{,}3$ *в* $U_{41-43} = 0 \div 0{,}3$ *в* $U_{41-46} = 28 \div 30$ *в* $U_{42-43} = 28 \div 30$ *в*	$U_{42-46} =$ $U_{41-43} =$ $U_{41-46} =$ $U_{42-43} =$	$U_{242-246} = 0 \div 0{,}3$ *в* $U_{241-243} = 0 \div 0{,}3$ *в* $U_{241-246} = 28 \div 30$ *в* $U_{242-243} = 28 \div 30$ *в*	$U_{242-246} =$ $U_{241-243} =$ $U_{241-246} =$ $U_{242-243} =$
2	Напряжение при четвертом положении командоконтроллера	$U_{142-146} = 18 \div 19$ *в* $U_{141-143} = 18 \div 19$ *в* $U_{141-146} = 29 \div 30$ *в* $U_{142-143} = 29 \div 30$ *в*	$U_{142-146} =$ $U_{141-143} =$ $U_{141-146} =$ $U_{142-143} =$	$U_{42-46} = 21 \div 22$ *в* $U_{41-43} = 21 \div 22$ *в* $U_{41-46} = 30 \div 32$ *в* $U_{42-43} = 30 \div 32$ *в*	$U_{42-46} =$ $U_{41-43} =$ $U_{41-46} =$ $U_{42-43} =$	$U_{242-246} = 18 \div 19$ *в* $U_{241-243} = 18 \div 18$ *в* $U_{241-246} = 30 \div 31$ *в* $U_{242-243} = 30 \div 31$ *в*	$U_{242-246} =$ $U_{241-243} =$ $U_{241-246} =$ $U_{242-243} =$
3	Напряжение холостого хода генератора типа ПЭМ-1000, $U_н = 383$ *в* при подключенной жесткой обратной связи при положениях командоконтроллера:						
	I	$U_{110-120} = 48$ *в*	$U_{110-120} =$	$U_{10-20} = 120$ *в*	$U_{10-20} =$	$U_{210-220} = 120$ *в*	$U_{210-220} =$
	II	$U_{110-120} = 136$ *в*	$U_{110-120} =$	$U_{10-20} = 250$ *в*	$U_{10-20} =$	$U_{210-220} = 250$ *в*	$U_{210-220} =$
	III	$U_{110-120} = 250$ *в*	$U_{110-120} =$	$U_{10-20} = 336$ *в*	$U_{10-20} =$	$U_{210-220} = 350$ *в*	$U_{210-220} =$
	IV	$U_{110-120} = 400$ *в*	$U_{110-120} =$	$U_{10-20} = 500$ *в*	$U_{10-20} =$	$U_{210-220} = 460$ *в*	$U_{210-220} =$
4	Напряжение холостого хода генератора типа						

	ПЭМ-1000, $U_н =$ $= 610$ *в* при подключенной жесткой обратной связи при положениях командоконтроллера:						
	I	$U_{110-120} = 48$ *в*	$U_{110-120} =$	$U_{10-20} = 120$ *в*	$U_{10-20} =$	$U_{210-220} = 120$ *в*	$U_{210-220} =$
	II	$U_{110-120} = 136$ *в*	$U_{110-120} =$	$U_{10-20} = 250$ *в*	$U_{10-20} =$	$U_{210-220} = 250$ *в*	$U_{210-220} =$
	III	$U_{110-120} = 250$ *в*	$U_{110-120} =$	$U_{10-20} = 336$ *в*	$U_{10-20} =$	$U_{210-220} = 400$ *в*	$U_{210-220} =$
	IV	$U_{110-120} = 400$ *в*	$U_{110-120} =$	$U_{10-20} = 500$ *в*	$U_{10-20} =$	$U_{210-220} = 660$ *в*	$U_{210-220} =$
5	Напряжение на задающей обмотке при положениях командоконтроллера:						
	I	$U_{2H1-2H2} = 0{,}8$ *в*	$U_{2H1-2H2} =$	$U_{2H1-2H2} = 2 \div 2{,}3$ *в*	$U_{2H1-2H2} =$	$U_{2H1-2H2} = 1{,}8 \div 2$ *в*	$U_{2H1-2H2} =$
	II	$U_{2H1-2H2} = 2{,}2 \div 5{,}8$,	$U_{2H1-2H2} =$	$U_{2H1-2H2} = 4 \div 4{,}5$ *в*	$U_{2H1-2H2} =$	$U_{2H1-2H2} = 3 \div 3{,}6$ *в*	$U_{2H1-2H2} =$
	III	$U_{2H1-2H2} = 4 \div 4{,}6$ *в*	$U_{2H1-2H2} =$	$U_{2H1-2H2} = 6 \div 6{,}3$ *в*	$U_{2H1-2H2} =$	$U_{2H1-2H2} = 5{,}4 \div 5{,}8$ *в*	$U_{2H1-2H2} =$
	IV	$U_{2H1-2H2} = 8 \div 8{,}8$ *в*	$U_{2H1-2H2} =$	$U_{2H1-2H2} = 9{,}8 \div 10{,}5$ *в*	$U_{2H1-2H2} =$	$U_{2H1-2H2} = 8{,}2 \div 8{,}6$ *в*	$U_{2H1-2H2} =$
6	Напряжение на обмотке жесткой связи по напряжению при четвертом положении командоконтроллера	$U_{6H1-6H2} = 20 \div 22$ *в*	$U_{6H1-6H2} =$	$U_{6H1-6H2} = 25 \div 26$ *в*	$U_{6H1-6H2} =$	$U_{6H1-6H2} = 19 \div 20$ *в*	$U_{6H1-6H2}$ —
7	Напряжение на шунтовой обмотке при четвертом положении командоконтроллера	$U_{109-110} = 60 \div 65$ *в*	$U_{109-110} =$	$U_{10-9} = 60 \div 65$ *в*	$U_{10-9} =$	$U_{210-209} = 70—75$ *в*	$U_{210-209} =$

Продолжение табл. 24

№ п/п	Наименование измеряемого параметра	Параметры напора		Параметры подъема		Параметры поворота-хода	
		Расчетные	Установленные на монтаже при наладке [1]	Расчетные	Установленные на монтаже при наладке	Расчетные	Установленные на монтаже при наладке [1]
8	Стопорный ток главной цепи по приборам пульта управления при четвертом положении командоконтроллера (генератор ПЭМ-1000, $U_н = 383$ *в*)	$I_{стоп} = 320$ *а*	$I_{стоп} =$	$I_{стоп} = 1250 \div 1300$ *а*	$I_{стоп} =$	$I_{стоп.\ пов} = 290$ *а* $I_{стоп.\ ход} = 200$ *а* в одной ветви	$I_{стоп.\ пов} =$ $I_{стоп.\ ход} =$
9	Стопорный ток главной цепи по приборам пульта управления при четвертом положении командоконтроллера (генератор ПЭМ-1000, $U_н = 610$ *в*)	$I_{стоп} = 320$ *а*	$I_{стоп} =$	$I_{стоп} = 1250 \div 1300$ *а*	$I_{стоп} =$	$I_{стоп.\ пов} = 390$ *а* $I_{стоп.\ ход} = 400$ *а*	$I_{стоп.\ пов} =$ $I_{стоп.\ ход} =$
10	Напряжение на независимых обмотках двигателей при нулевом положении командоконтроллера	$U_{4-113} = 95$ *в*	$U_{4-113} =$	$U_{4-13} = 85$ *в*	$U_{4-13} =$	$U_{4-213} = 85$ *в* $U_{4-211} = 85$ *в*	$U_{4-213} =$ $U_{4-211} =$

[1] Установленные параметры заносятся в таблицу при наладке.

возможно возникновение незатухающих колебаний. Если полярность обмотки окажется правильной, изменение тока главной цепи должно происходить сравнительно медленно.

С увеличением эффективности действия гибкой связи (например, путем уменьшения добавочного сопротивления в цепи обмотки управления) перерегулирование по току должно уменьшаться (рис. 155).

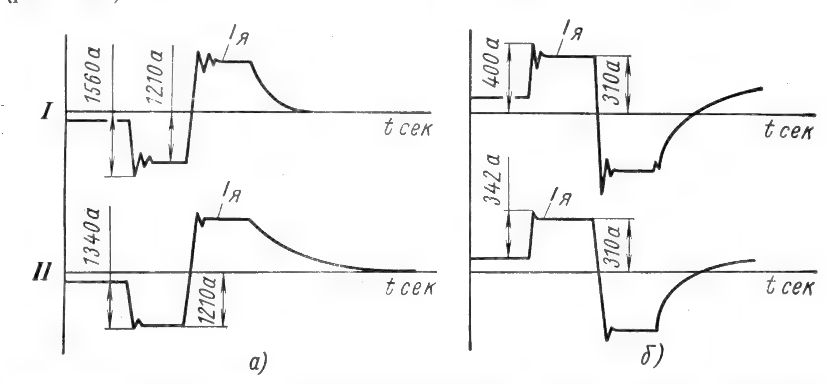


Рис. 155. Влияние узла гибкой стабилизации по току в режиме короткого замыкания привода подъема (*а*) и привода напора (*б*):

I — без гибкой стабилизации; *II* — с гибкой стабилизацией

После подключения всех обратных связей записывают значения тока главной цепи на всех положениях командоконтроллера; одновременно фиксируют величину задающего тока, напряжение питания цепей управления и величину запирающего потенциала согласно табл. 24 и прилож. III. В таблице даны параметры при горячем состоянии электрических машин. При холодных электрических машинах напряжения могут отличаться на 10—15%, стопорные токи — на 20—30%. При горячих машинах должны быть выдержаны параметры по п. 3 (IV положение) и пп. 7 и 8. Остальные параметры могут отличаться на 10—15%.

НАЛАДКА ГЛАВНЫХ ПРИВОДОВ В ЗАБОЕ

При наладке электропривода в забое окончательно устанавливают скорость вращения электродвигателей, а также время их разгона, реверса и торможения.

Наладка устойчивости электропривода в основном осуществляется в опытах холостого хода и короткого замыкания. В большинстве случаев, если в указанных режимах система управления устойчива и перерегулирование отсутствует, то система устойчива и перерегулирование отсутствует в рабочих режимах.

Наладка приводов подъема и напора сначала производится при отключенных узлах ослабления магнитного поля. Устано-

вившаяся скорость вращения двигателей при подъеме груженого ковша должна быть равна номинальной скорости. Ослабление поля двигателя подъема не должно составить больше 30% номинального, иначе говоря, скорость вращения двигателя не должна превышать 1100 *об/мин.* В противном случае возможны разрывы бандажа и выпучивание обмоток якоря.

Проверку привода поворота в забое следует начинать на самой малой скорости. Если привод работает нормально (нет колебаний, рывков и др.), можно постепенно увеличивать скорость привода поворота до номинальной величины.

Может случиться, что при ослабленной обратной связи по напряжению при торможении экскаватора, производимом перестановкой командоконтроллера в нулевое положение, остановка платформы будет происходить с перерегулированием (платформа останавливается, а затем возвращается назад). Перерегулирование напряжения генератора может быть при ослабленной обмотке обратной связи в результате завышенного сопротивления, включенного в цепь обмотки. Тогда необходимо гибкую обратную связь по току главной цепи ослабить, а по напряжению усилить, т. е. за счет некоторого ухудшения динамических характеристик устранить перерегулирование по напряжению генератора. Расчетные величины сопротивлений в цепях обмоток управления приведены в формулярах наладки, в которых проставляются уточненные данные в процессе наладки главных приводов.

По окончании наладки снимают осциллограммы рабочих режимов главных приводов. Диаграммы должны иметь хорошее заполнение. При разгоне и торможении они должны, по возможности, иметь одну и ту же форму и одинаковые величины максимальных токов. Изменение напряжения у генераторов должно происходить плавно, рывки и резкие изменения скорости недопустимы.

Примерная форма осциллограмм рабочих режимов налаженного электропривода подъема и напора с силовыми магнитными усилителями приведена на рис. 156 и 157. Налаженная схема главных приводов должна при пуске обеспечивать плавное трогание на малой скорости, а затем, после выбора зазоров в кинематической цепи системы, форсировать разгон. Эффективность действия гибкой связи по напряжению подбирается в основном для достижения необходимой плавности переходного процесса, особенно на приводе поворота. На приводах подъема и напора нежелательно устанавливать сильное действие гибкой отрицательной связи по напряжению, так как оно наблагоприятно сказывается на процессах резкого стопорения этих механизмов.

Изменение коэффициента гибкой обратной связи по напряжению генератора достигается путем перемещения точки с маркировками *24*, *124* и *224* цепи обмотки *6Н1—6Н2*, действующей в качестве гибкой и жесткой отрицательной обратной связи

по напряжению генератора, к добавочному сопротивлению *2СД* в цепи обмотки самовозбуждения генератора (точки *10—40*); гибкая обратная связь по напряжению отсутствует. Если цепь

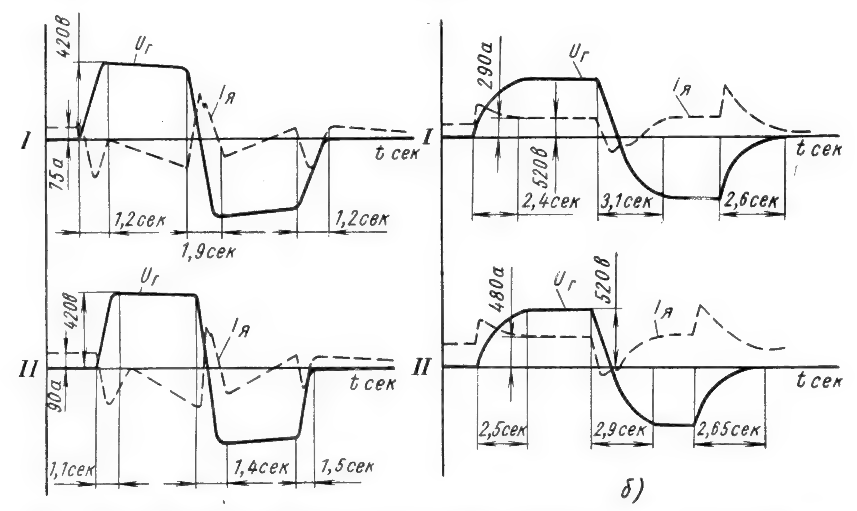


Рис. 156. Осциллограммы рабочих режимов привода подъема (*а*) и привода напора (*б*):

I — с порожним ковшом; *II* — с груженым ковшом

обмотки *6Н1—6Н2* подключить параллельно обмотке самовозбуждения (точки *10—9*), то коэффициент гибкой обратной связи максимален.

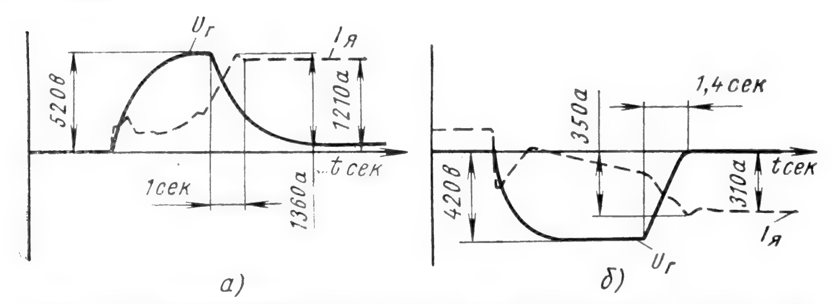


Рис. 157. Осциллограммы стопорения рабочих механизмов подъема (*а*) и напора (*б*)

При перемещении точки *24* по сопротивлению *2СД* регулируют величину сопротивления *7СД* на панели № 2, включенного последовательно в цепь обмотки *6Н1—6Н2* таким образом, чтобы сохранить величину коэффициента жесткой обратной связи по напряжению неизменной.

На быстродействие электроприводов можно воздействовать изменением доли намагничивающей силы (Н. С.) обмотки самовозбуждения. При увеличении доли Н. С. обмотки самовозбуждения процессы торможения несколько затягиваются, а длительность процессов пуска соответственно несколько уменьшается, т. е. в целом увеличивается плавность переходных процессов.

Увеличение доли Н. С. обмотки самовозбуждения, повышающее плавность переходных процессов, используется на приводе поворота. На приводах подъема и напора нужно стремиться уменьшить долю Н. С. обмотки самовозбуждения, так как действие шунтовой обмотки задерживает спадание э. д. с. генератора и ухудшает качество токоограничения при резких стопорениях.

В опыте короткого замыкания особенно важно для привода поворота достижение устойчивости без сколько-нибудь заметного перерегулирования по току.

В некоторых случаях при наладке механизма поворота имеет место самовозбуждение генератора поворота, которое устраняется сдвигом траверсы. Правда, при этом может нарушиться коммутация, поэтому такие траверсы желательно возвращать на завод для новой разметки. После окончательной корректировки параметров главных приводов необходимо вновь составить их внешние статические характеристики. Учитывая, что при проведении модернизации машин схемы могут изменяться, величину сопротивлений надлежит для каждой машины устанавливать по заводским данным.

Налаженные элементы системы управления должны обеспечить постоянство усилий и скоростей на электродвигателях главных приводов независимо от температуры электрических машин и окружающей температуры.

НАЛАДКА ГЛАВНЫХ ПРИВОДОВ С ТРЕХОБМОТОЧНЫМИ ГЕНЕРАТОРАМИ (ТГ-Д)

Перед наладкой электропривода необходимо произвести наружный осмотр электрооборудования, убедиться в отсутствии замыкания на корпус экскаватора проводов силовых цепей, а также цепей управления и возбуждения; проверить, соответствуют ли схемам установленные на панели сопротивления; определить нейтрали электрических машин и правильность вращения высоковольтного электродвигателя преобразовательного агрегата; проверить правильность подключения элементов схемы и напряжения возбудителя. При наладке главных приводов регулируют сначала токи возбуждения электродвигателей, а затем напряжение холостого хода генератора и ток короткого замыкания. Нельзя наглухо присоединять вольтметры к местам измерений, так как это может привести к порче приборов. До начала каждого измерения рукоятки и педали командоконтроллеров должны быть поставлены в нулевое положение.

Для регулирования и настройки экскаваторного электрооборудования необходимо иметь: 1) один мегомметр на 500 *в* с пределом измерений от нуля до бесконечности; 2) один вольтметр постоянного тока со щупами на предел измерений 0—150—300—600 *в* (при измерении напряжений в цепях обмоток независимого возбуждения генератора и двигателя пользуются клеммами 0—150, а при остальных измерениях — клеммами 0—600); 3) два милливольтметра постоянного тока М-45 со шкалой 75—0—75

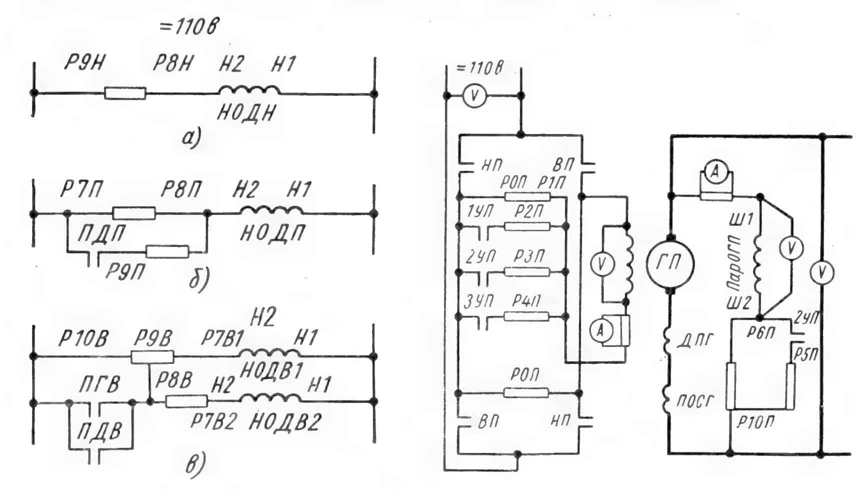


Рис. 158. Схемы подключения обмоток возбуждения:

а — подъем; *б* — напор; *в* — поворот

Рис. 159. Схема регулирования напряжения холостого хода генераторов

и набором шунтов на предел измерения тока в главных цепях и обмотках возбуждения генераторов и двигателей: от 0 до 15 *а* — 2 шт., от 0 до 30 *а* — 1 шт., от 0 до 500 *а* — 2 шт., от 0 до 1500 *а* — 1 шт. Все шунты должны быть на 75 *мв* (75 *мв* — это падение напряжения внутри шунта при номинальном токе).

При наладке холостого хода и тока короткого замыкания в каждом приводе первоначально регулируют величину токов в обмотках возбуждения двигателей (рис. 158 и 159). Для этого пользуются сопротивлениями: *Р8Н—Р9Н* — в цепи обмотки двигателя напора; *Р7П—Р8П* — в цепи обмотки двигателя подъема; *Р8В —Р9В* — в цепи обмотки двигателя поворота. При регулировании цепей обмоток возбуждения двигателей и генераторов, цепи их якорей должны быть разомкнуты.

Затем регулируют токи и напряжения в обмотках возбуждения соответствующих генераторов (рис. 160), изменяя сопротивления, указанные в табл. 25.

После наладки в главных цепях и обмотках возбуждения главных приводов устанавливаются токи и напряжения, которые

указаны в табл. 26. В этой же таблице приведены величины шунтов амперметров, которыми рекомендовано пользоваться при измерении.

Если при наладке цепей возбуждения генераторов напряжение холостого хода оказывается значительно меньшим, чем указано в табл. 26, то это свидетельствует о неправильном (встречном) включении параллельной обмотки самовозбуждения. В этом случае напряжение на генераторе получается неполным, и двигатель при достаточном тяговом усилии будет иметь малую ско-

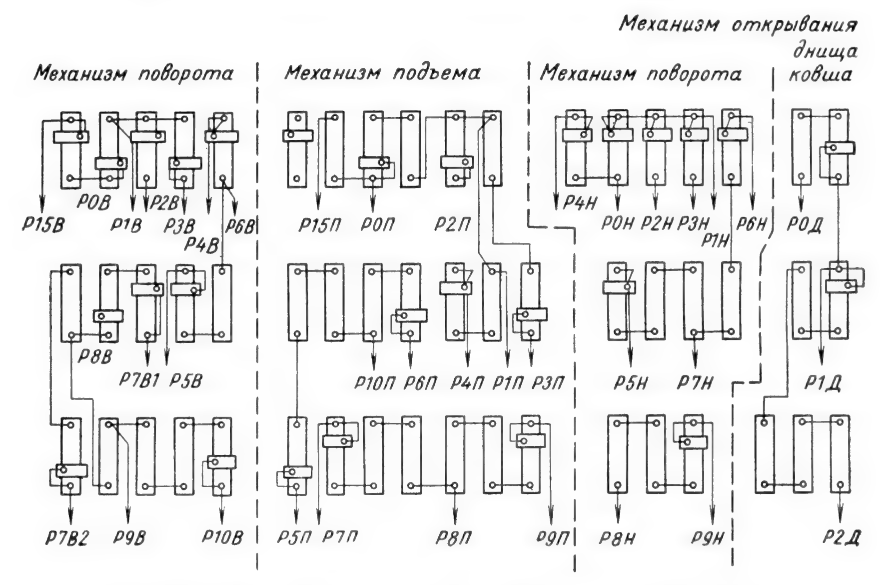


Рис. 160. Схема соединения ступеней сопротивлений панели

рость вращения, а рабочий механизм будет работать медленно. Чтобы исправить положение, необходимо поменять местами концы обмотки самовозбуждения. Схемы регулирования напряжения холостого хода генераторов приведены на рис. 159.

Токи обмоток независимого возбуждения генераторов окончательно устанавливаются после регулирования токов короткого замыкания.

После наладки напряжения холостого хода генераторов регулируют токи коротких замыканий. Для этого цепь якорей генераторов и двигателя замыкают через шунт соответствующей величины (см. табл. 26), рабочий орган стопорят, а командоконтроллер ставят в крайнее положение. Стопорение механизмов производится следующим образом: механизм напора — плавным втягиванием рукоятки в седловые подшипники до упора концевой отливки в стрелу; механизм подъема — зарыванием ковша

в грунт; механизм поворота — накладыванием механических тормозов. Стопорение должно быть полным, т. е. якорь двигателя не должен вращаться.

При определении токов короткого замыкания в условиях эксплуатации стопорение механизмов экскаватора целесообразнее производить при помощи электрических и механических тормозов. Электрическое торможение осуществляется снятием независимого возбуждения двигателей на панелях управления, а механическое — наложением электропневматических тормозов. Стопорение должно быть кратковременным, так как ток в это время достигает величины, почти равной 300%.

Если величина тока короткого замыкания сильно отличается от данных, приведенных в табл. 26, цепь обмотки независимого возбуждения необходимо отрегулировать второй раз. Для повторной наладки изменяют сопротивление секции в цепи обмотки независимого возбуждения. При малом токе короткого замыкания необходимо увеличить ток в обмотке независимого возбуждения, а при большом — уменьшить.

Регулирование токов короткого замыкания в главных цепях механизмов целесообразно производить при помощи сопротивлений, которые включены в цепь обмоток независимого возбуждения генераторов. Схема соединений сопротивлений приведена на рис. 160.

Таблица 25

Сопротивления обмоток возбуждения генераторов

Генераторы	Сопротивление обмоток	
	независимого возбуждения	самовозбуждения
Напора	*Р0Н—Р1Н* *Р1Н—Р2Н* *Р1Н—Р3Н*	*Р6Н—Р7Н* *Р5Н—Р7Н*
Подъема	*Р0П—Р1П* *Р1П—Р2П* *Р1П—Р3П* *Р1П—Р4П*	*Р5П—Р10П* *Р6П—Р10П*
Поворота	*Р0В—Р1В* *Р1В—Р2В* *Р1В—Р3В*	*Р4В—Р6В* *Р5В—Р6В*

Одновременно с этим уточняют регулирование напряжения на якорях генераторов и проверяют качество коммутации на их коллекторах. Если коммутация неудовлетворительна (щетки искрят), необходимо траверсы щеток генераторов сдвинуть в ту или другую сторону (сдвигать разрешается только при выключенном сетевом высоковольтном двигателе агрегата и неподвижных якорях).

После того как установлен необходимый ток короткого замыкания и получена удовлетворительная коммутация, следует еще раз проверить величину напряжения режима холостого хода генератора. Для этого цепь якоря двигателя снова размыкают и проверяют напряжение на генераторе при крайнем положении командоконтроллера.

Таблица 26

Величины токов и напряжений в главных цепях и обмотках возбуждения главных приводов экскаватора ЭКГ-4

Обмотки	Напряжение холостого хода в *в*	Ток в обмотках возбуждения в *а*		Ток короткого замыкания	Величина шунтов в *а*
		в охлажденном состоянии	в нагретом состоянии		
Привод напора					
Независимого возбуждения генератора	—	8,2	6,6	—	15
Шунтового самовозбуждения генератора	—	4,7	3,8	—	15
Якоря генератора	390	—	—	320	500
Двигателя	—	15	12,6	—	15
Привод подъема					
Независимого возбуждения генератора	—	18	16	—	30
Шунтового самовозбуждения генератора	—	5,0	4,0	—	15
Якоря генератора	520	—	—	1200	1500
Двигателя	—	25	20,5	—	30
Привод поворота и хода					
Независимого возбуждения генератора	—	7,5	6	—	15
Шунтового самовозбуждения генератора	—	5,0	4	—	15
Якоря генератора	454	—	—	580	500
Двигателя поворота . . .	—	13,2	11,3	—	15
» хода	—	15	12,6	—	15

Регулирование напряжения холостого хода генераторов производят за счет изменения величины следующих сопротивлений в цепи параллельной обмотки самовозбуждения генераторов: напора — *Р5Н—Р6Н*, подъема — *Р5П—Р10П*, поворота — *Р5В—Р6В*.

Одновременно следят за правильностью установки не отключаемой величины сопротивлений в цепях параллельной обмотки самовозбуждения генераторов: напора — *Р6Н—Р7Н*, подъема — *Р6П—Р10П*, поворота — *Р4В—Р6В*.

Система должна быть отрегулирована так, чтобы отклонения от величин, указанных в табл. 26, не превышали 10%.

Опыт эксплуатации экскаваторов *ЭКГ*-4 показывает, что при неправильно установленной величине указанных сопротивлений в момент реверсирования двигателей возникает сильное искре-

ние на коллекторах генераторов, которое часто сопровождается характерным хлопком.

Ниже приведен порядок ведения подсчета величины тока в одной из цепей главного привода.

Требуется, например, определить ток короткого замыкания в главной цепи и ток в обмотке независимого возбуждения генератора механизма подъема (рис. 161). В первом случае в цепь якорей генератора и двигателя включают шунт на 1500 *а* и 75 *мв*, а к клеммам шунта подключают милливольтметр М-45. Величину тока короткого замыкания определяют по падению напряжения и регулируют сопротивлением, которое включено в цепь обмотки независимого возбуждения на последнем положении командоконтроллера.

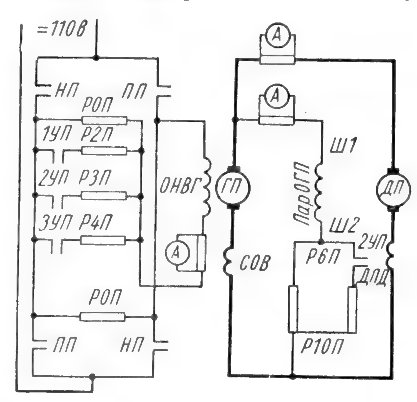


Рис. 161. Схема регулирования тока короткого замыкания

Величину тока короткого замыкания в главной цепи механизма подъема определяют отношением величины падения напряжения в шунте при измеряемом токе к величине падения напряжения в шунте при прохождении через него номинального тока, равного 1500 *а*.

Допустим, что милливольтметр показывает падение напряжения 60 *мв*. Тогда ток

$$I_{к.з} = \frac{60}{75} 1500 = 1200 \ a,$$

где 1500 — номинальная величина тока шунта в *а*;
75 — величина падения напряжения в шунте в *в* при прохождении тока 1500 *а*.

Порядок определения токов короткого замыкания у механизмов напора и поворота аналогичен вышеописанному.

Перед наладкой привода поворота к генератору поочередно (по одному) подсоединяют двигатели и нажатием педали командоконтроллера проверяют правильность вращения. Если направление вращения двигателей неправильное, у одного из них меняют местами соединение концов якорной обмотки.

Синхронная работа двигателей на обоих редукторах поворота достигается выравниванием токов в обмотках возбуждения двигателей и последующим регулированием токов в якорях двигателей во время вращения экскаватора на полной скорости.

При разомкнутых цепях якорей обоих двигателей и работающем преобразовательном агрегате педальный командоконтроллер ставят в одно из крайних положений и измеряют токи в обмотках

возбуждения обоих двигателей одновременно. Эти токи должны отличаться один от другого не более чем на 0,2 *а*. Различные по величине токи выравнивают изменением сопротивлений *Р7В1—Р8В* и *Р7В2—Р8В* (см. рис. 160).

Чтобы установить невозможность перехода двигателей поворота в генераторный режим, экскаватор поочередно вращают влево и вправо на 1—2 оборота и при установившейся скорости записывают токи в якорях двигателей. В обоих случаях стрелки амперметра должны сначала сильно отклониться (при перемене направления вращения надо менять местами концы подсоединения шунтов к ампер-виткам), а затем почти дойти до нуля, но не переходить через него.

Показания амперметров для обоих двигателей могут отличаться друг от друга, но должны быть обязательно одного знака. Если знаки оказываются разными, т. е. стрелка одного из приборов заходит за нуль, а для отсчета показаний приходится переключать концы на одном из ампер-витков, значит наблюдается генераторный режим. Для устранения генераторного режима изменяют расстояния между траверсами. Если в результате сдвига траверс устранить генераторный режим полностью не удается, их закрепляют в положении, дающем наилучшие результаты. После этого также поступают с траверсами генератора второго двигателя.

При постановке педалей командоконтроллера на нуль в механизме поворота иногда наблюдается самопроизвольное вращение или слишком медленная остановка двигателей. Для устранения этого явления надо увеличить сопротивление *Р4В—Р6В* (см. рис. 160) или *Р10В—Р8В*. Можно для этого также использовать сопротивления *Р7В1—Р8В*, *Р7В2—Р8В* и *Р6В—Р5В*.

Глава XI

ТЕМПЕРАТУРНАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЛАВНЫХ ПРИВОДОВ

ВЛИЯНИЕ НАГРЕВА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН НА МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГЛАВНЫХ ПРИВОДОВ

В существующих электроприводах шагающих, вскрышных и карьерных экскаваторов с отсечкой по току стопорный момент двигателей при нагреве главных электрических машин, возбудителя собственных нужд, питающей оперативной цепи схемы управления, обмотки возбуждения электродвигателей приводов и обмотки управления усилителей изменяется в весьма широких пределах.

Низкие температуры в сочетании с некоторыми другими особенностями эксплуатации экскаваторов в северных районах неблагоприятно отражаются на надежности и долговечности механического и электрического оборудования экскаваторов: увеличивается вероятность поломок деталей машин в результате хладноломкости сталей, ухудшается качество смазки, увеличивается износ деталей и затрудняется работа гидроприводных систем в результате изменения свойств рабочей жидкости. Понижение температуры ухудшает управление машинами, повышает вероятность ошибок со стороны обслуживающего персонала и затрудняет проведение технико-экономических мероприятий.

В летнее время при высокой температуре понижается производительность.

Производительность и надежность работы механического и электрического оборудования осложняются из-за резкого изменения стопорных моментов вследствие изменения в широких пределах температуры электрических машин.

В зимнее время, после длительного перерыва в работе экскаватора, температура электрических машин может опускаться до —40°, а летом достигать +80° С и выше. Стопорные моменты и, в меньшей степени, скорости двигателей по сравнению с расчет-

ными летом уменьшаются, а зимой увеличиваются. В результате летом, особенно в жаркое время, производительность экскаваторов по сравнению с паспортной существенно уменьшается, а зимой, когда прочность металлоконструкций экскаватора снижается, чрезмерное увеличение стопорных моментов двигателей часто является причиной поломок механических частей и вывода экскаватора из строя. Обе эти причины в условиях эксплуатации приводят к снижению производительности экскаваторов.

Основными элементами схем, влияющими на изменение механических характеристик в диапазоне возможных колебаний температур, являются: напряжение возбудителя, нагрев обмоток генератора и двигателя, нагрев дополнительных полюсов и обмоток возбуждения генератора и электродвигателей, нагрев токовой и задающей обмоток управления усилителей.

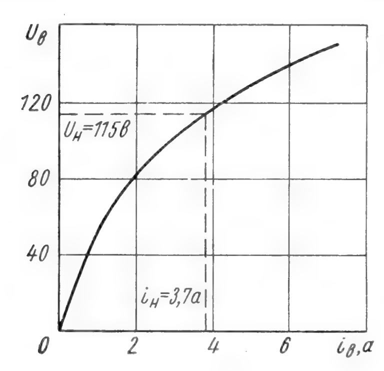


Рис. 162. Нагрузочная характеристика возбудителя МП-542-1/2

Особую роль в процессе температурных изменений механических характеристик главных приводов играет изменение напряжения возбудителя собственных нужд, от величины которого изменяется напряжение сравнения на потенциометре токового узла. При уменьшении напряжения на возбудителе питания уменьшается падение напряжения на токовом потенциометре $\Delta U_{зап}$ и ток отсечки наступает при меньшем токе якоря; при увеличении напряжения на возбудителе ток отсечки наступает при большем токе якоря.

Поэтому подробно рассмотрим изменение напряжения возбудителя в зависимости от его температуры на конкретном примере. Возьмем возбудитель типа МП-542-1/2, который применяется на карьерных экскаваторах ЭКГ-4,6А и ЭКГ-4,6Б. Сопротивление обмотки возбуждения возбудителя при температуре t определяем по формуле

$$R_{вt} = \beta R_{в.\,вt},$$

где $R_{в.\,вt}$ — сопротивление обмотки возбуждения возбудителя при температуре $+20°$ С;

β — температурный коэффициент;

$$\beta = 1 + \alpha\,(t - t_0);$$

здесь $\alpha = 0{,}004$;

t — температура, при которой определяется сопротивление;

$t_0 = +20°$ С.

Напряжение возбудителя при заданной температуре определяем графо-аналитическим решением двух уравнений:

$$U_в = I_{в.\,в}(\beta R_{в.\,в} + R_{дв.\,в});$$

$$U_в = f(I_{в.\,в}).$$

Второе уравнение является нагрузочной характеристикой возбудителя (рис. 162). Результаты расчета сведены в табл. 27.

Таблица 27

Зависимость напряжения шунтового возбудителя МП-542-1/2 от его температуры

t °C	β	$R_{в.\,в}$ *ом*	$R_{в.\,вt} + R_{дв.\,в}$ *ом*	$U_в$
+20	1,0	18,0	30,7	115
+80	1,24	23,2	35,2	106
—40	0,76	14,2	26,2	126,6
—15	0,86	16,1	30,7	115
+45	1,24	20,0	34,6	107

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ СХЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ ВОЗБУДИТЕЛЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЕГО ТЕМПЕРАТУРЫ

По расчетной схеме регулирования напряжения возбудителя (рис. 163) составляем ряд уравнений:

$$I_{мц} = I_в + I_1; \tag{1}$$

$$\frac{I_в r_в}{r_1 + R_1} = I_1; \tag{2}$$

$$\frac{U_я}{r_2 + R_2} = I_2; \tag{3}$$

$$k_i'(I_1 + I_2) = I_{мц}, \tag{4}$$

где k_i' — коэффициент усиления магнитного усилителя по току.

Подставив значение $I_{мц}$ из уравнения (1) в уравнение (4), получим

$$k_i'(I_1 + I_2) = I_в + I_1, \tag{5}$$

откуда

$$(k_i' - 1)I_1 + k_i' I_2 - I_в = 0. \tag{6}$$

Подставляя в уравнение (6) значения токов I_1 и I_2 из уравнения (2) и (3), получим окончательно уравнение

$$(k_i' - 1)\frac{I_в r_в}{R_1 + r_1} + k_i' \frac{U_я}{R_2 + r_2} - I_в = 0. \quad (7)$$

Зададимся диапазоном регулирования напряжения возбудителя в зависимости от температуры:

при $t^\circ = -15^\circ$ C $U_я' = 100$ *в*;

при $t^\circ = +80^\circ$ C $U_я = 125$ *в*.

Напишем уравнения крайних точек диапазона напряжений, используя уравнение (7):

при $U_я' = 100$ *в*

$$(k_i - 1)\frac{I_в' r_в'}{R_1 + r_1'} + k_i \frac{U_я'}{R_2 + r_2'} - I_в' = 0; \quad (8)$$

при $U_я = 125$ *в*

$$(k_i - 1)\frac{I_в r_в}{R_1 + r_1} + k_i \frac{U_я}{R_2 + r_2} - I_в = 0. \quad (9)$$

Исходные данные:

$t = +20^\circ$ C, $r_{в.\,о} = 18{,}7$ *ом*;

$t = -15^\circ$ C, $r_в' = \beta_1 r_{в.\,о} = 0{,}86 \cdot 18{,}7 = 16{,}1$ *ом*;

$t = +80^\circ$ C, $r_в = \beta_2 r_{в.\,о} = 1{,}24 \cdot 18{,}7 = 23{,}2$ *ом*;

$r_1' = r_в' = 10{,}8$ *ом*;

$r_1 = r_2 = 1{,}24 \cdot 12{,}02 = 14{,}9$ *ом*,

где β_1 и β_2 — температурные коэффициенты соответственно при

$t = -15^\circ$ C и $t = +80^\circ$ C.

Ток возбуждения $I_в$ находим по нагрузочной характеристике возбудителя $U_я = f(I_в)$ для заданного напряжения возбудителя:

$t^\circ = -15^\circ$ C, $U_я' = 100$ *в*, $I_в' = 2{,}75$;

$t^\circ = +80^\circ$ C, $U_я = 125$ *в*, $I_в = 4{,}75$ *а*.

Коэффициент усиления по току k_i находим из характеристики управления магнитного усилителя $I_н = f(I_у)$. Коэффициент k_i' для одной из последовательно соединенных обмоток управления *ОУ*-1 и *ОУ*-2 будет

$$k_i' = \frac{k_i}{2}.$$

Подставив исходные данные в уравнения (8) и (9) и решив их относительно R_1 и R_2, получим значения этих величин: $R_1 = 110$ *ом*, $R_2 = 160$ *ом*.

Из уравнения (7) выразим напряжение возбудителя $U_я$ в функции $I_в$:

$$U_я = \frac{1 - \frac{(k_i' - 1) r_в}{R_1 + r_1}}{\frac{k_i'}{R_2 + r_2}}, \tag{10}$$

где $r_в$, r_1, r_2 — сопротивления обмотки возбуждения возбудителя и обмоток управления усилителя при заданной температуре.

Решив уравнение (10), получим отношение

$$\frac{U_я}{I_в} = A_1;$$

$$A_1 = \frac{1 - \frac{(k_i - 1) r_в}{R_1 + r_1}}{\frac{k_i}{R_2 + r_2}}.$$

Определив отношение $\frac{U_я}{I_в}$ из нагрузочной характеристики возбудителя $U_я = f\ (I_в)$ и сопоставив с отношением $\frac{U_я}{I_в}$, полученным расчетным путем, находим напряжение возбудителя при заданной температуре.

ДИАПАЗОН РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ ВОЗБУДИТЕЛЯ

Определим диапазон изменения напряжения возбудителя, в котором стопорный ток двигателя при нагреве оставался бы неизменным:

$$U_в = \frac{I_{cm} \alpha\, \Delta R w_T \left[r_1 + 2\left(\alpha_1 r_{зад} + r_д\right)\right]}{w_{зад}\left(r_n + \alpha_1 r_T\right) + k w_T \left[r_1 + 2\left(\alpha_1 r_{зад} + r_д\right)\right]},$$

где α_1 — коэффициент, учитывающий нагрев задающей обмотки магнитного усилителя.

Подставляя значения коэффициента α_1 при температурах —40, +20 и +100° С, нужно получить такой диапазон регулирования напряжения возбудителя, при котором ток в его обмотке не превышал бы 3,7 *а*.

РАСЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ СТОПОРНЫХ ТОКОВ И СТОПОРНЫХ МОМЕНТОВ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ МАШИН

При расчете стопорных токов и моментов намагничивающая сила (Н. С.) жесткой обратной связи по напряжению генератора и результирующая Н. С. в стопорном режиме принимались рав-

ными нулю. Тогда баланс Н. С. в стопорном режиме будет иметь вид

$$I_{зад}w_{зад} = I_{т.\,ст}w_т,$$

где $I_{зад}w_{зад}$ — Н. С. задающей обмотки магнитного усилителя;

$I_{т.\,ст}w_т$ — Н. С. токовой обмотки магнитного усилителя.

Выразим токи в задающей и токовой обмотках через параметры схемы.

Принимая во внимание, что $r_2 = r_1$ (рис. 163), для тока $I_{зад}$ получим

$$I_{зад} = \frac{U_в}{r_1 + \frac{r_1(\alpha_1 r_{зад} + r_д)}{r_1 + \alpha_1 r_{зад} + r_д}} \cdot \frac{r_1}{r_1 + \alpha_1 r_{зад} + r_д} =$$

$$= \frac{U_в r_1 (r_1 + \alpha_1 r_{зад} + r_д)}{r_1 (r_1 + \alpha_1 r_{зад} + r_д + \alpha_1 r_{зад} + r_д)(r_1 + \alpha_1 r_{зад} + r_д)}, \qquad (11)$$

где $r_{зад}$ — сопротивление задающей обмотки при температуре $+20°$ С.

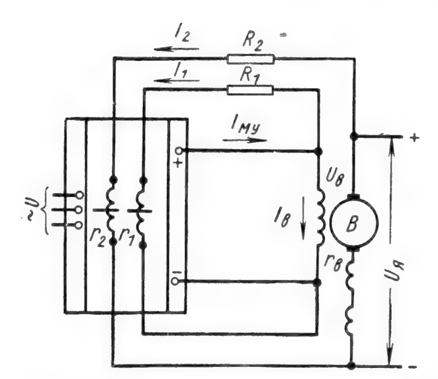


Рис. 163. Расчетная схема регулирования напряжения возбуждения

Рис. 164 Расчетная схема узла токовой отсечки

Ток в токовой обмотке в стопорном режиме в соответствии с рис. 164 запишется в виде

$$I_{т.\,ст} = \frac{I_{ст}(R_{дп.\,г} + R_{пр} + R_{дп.\,д})\,\alpha - \Delta U_{зап}}{r_п + \alpha r_т}, \qquad (12)$$

где $r_т$ — сопротивление токовой обмотки при температуре $+20°$ С;

$R_{дп.\,г}$, $R_{дп.\,д}$ — сопротивление дополнительных полюсов генератора и двигателя при температуре $+20°$ С;

$R_{пр}$ — сопротивление соединительных проводов;

$$\Delta U_{зап} = I_п r_п = \frac{U_в}{R_п} = kU_в,$$

где

$$k = \frac{r_п}{R_п}.$$

Обозначим $R_{\partial n. г} + R_{\partial n. \partial} + R_{np} = \Delta R_{\Sigma}$,
тогда

$$I_{mc} = \frac{I_{cm\alpha} \Delta R_{\Sigma} - kU_{в}}{r_n + \alpha_1 r_T}. \qquad (13)$$

Решим уравнения (12) и (13) относительно I_{cm} и, подставив значение $I_{зад}$ из уравнения (11), получим

$$I_{cm} = \frac{\dfrac{U_{в} w_{зад} (r_n + \alpha_1 r_T)}{w_T (r_1 + 2\alpha_1 r_{зад} + r_{\partial})} + kU_{в}}{\alpha \Delta R}, \qquad (14)$$

или

$$I_{cm} = \frac{U_{в} w_{зад} (r_n + \alpha_1 r_T) + kU_{в} w_T [r_1 + 2(\alpha_1 r_{зад} + r_{\partial})]}{\alpha \Delta R w_T [r_1 + 2(\alpha_1 r_{зад} + r_{\partial})]}. \qquad (15)$$

Формула (15) позволяет определить значения стопорных токов I_{cm} при различной температуре электрических машин и магнитных усилителей.

Температурное изменение сопротивления токовой обмотки $r_{т. о}$ несколько изменяет стопорный момент и при реальном перепаде температур оно незначительно. Следует учитывать, что температурное изменение сопротивления $r_{т. о}$ противодействует общей тенденции к снижению стопорного момента при нагреве обмоток электрических машин и усилителей. Если с нагревом электрических машин стопорный момент M_{cm} уменьшается, то повышение температуры обмотки токоограничения магнитного или электромашинного усилителя уменьшает наклон крутопадающей части характеристики $n = f(M)$, т. е. увеличивает момент.

Момент двигателя в стопорном режиме определяется по формуле

$$M_{cm} = 0{,}95 I_{cm} \left(\frac{E}{n}\right),$$

где стопорный ток I_{cm} определяется по формуле (15), а $\frac{E}{n}$ находится из нагрузочных характеристик двигателя.

Н. С. обмотки возбуждения двигателя определяется по формуле

$$I_{в} w_{в} = \frac{U_{в} w_{в}}{\alpha R_{в} + R_{\partial}},$$

где $w_{в}$ — число витков на полюсе обмотки возбуждения двигателя;

R_{∂} — дополнительное сопротивление в цепи обмотки возбуждения двигателя.

В изменении скорости холостого хода основную роль играет температурное изменение сопротивления обмотки независимого возбуждения двигателя.

Кроме того, снижение скорости двигателя привода будет происходить по причине изменения в сторону повышения сопротивления якорной цепи.

В этом легко убедиться, рассмотрев выражение

$$n_{дв} = \frac{E_г - I_я (R_{дп.\,г} + R_{дп.\,дв})}{k_e \Phi_{дв}},$$

где E — э. д. с. генератора;
$I_я$ — ток якорной цепи;
k_e — коэффициент;
$\Phi_{дв}$ — магнитный поток двигателя.

Если в приведенном выражении изменить сопротивление якорной цепи, то должна измениться также и номинальная скорость двигателя, т. е. наклон полого падающей части характеристики $n = f(M)$.

Для уменьшения влияния нагрева электрических машин и усилителей на механические характеристики главных приводов разработаны специальные устройства температурной компенсации, обеспечивающие стабильность механических характеристик двигателей (главным образом, их стопорных моментов) во всем диапазоне температур рабочего оборудования экскаваторов. Сущность таких устройств заключается в том, что потенциометры токовых узлов в схемах управления от силового магнитного усилителя подключаются к таким источникам питания, которые автоматически пропорционально увеличивают или уменьшают напряжение на участке подключения токовой обмотки управления главной цепи.

Широкое распространение на серийных экскаваторах получили специальные устройства автоматического регулирования напряжения возбудителя собственных нужд.

Наиболее полное постоянство механических характеристик обеспечивает схема ограничения момента двигателя электропривода с непосредственным изменением тока главной цепи при помощи специального тороидального магнитного усилителя.

На некоторых экскаваторах применяют более простые, но менее совершенные устройства тепловой компенсации. Сущность таких устройств сводится к тому, что в цепь токовой обмотки устанавливается добавочное сопротивление из никелевой проволоки, обладающей высоким температурным коэффициентом сопротивления. Это сопротивление устанавливается в потоке нагретого воздуха, выходящего из генератора. Поэтому при возрастании температуры машин сопротивление контура токовой обмотки возрастает, компенсируя соответствующее увеличение сопротивления участка якорной цепи, с которого снимается сигнал отрицательной связи по току.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ

В устройствах для автоматического регулирования напряжения генератора постоянного тока широко применяются магнитные усилители, питающие обмотку возбуждения генератора.

Принципиальная схема управления приведена на рис. 165. Трехфазный магнитный усилитель *МУ* без обратной связи питает обмотку возбуждения *ОВВ* возбудителя *В*. Ток нагрузки магнитного усилителя без обратной связи, как известно, не зависит от сопротивления обмотки возбуждения $R_в$ и полностью определяется током управления $I_у$, т. е.

$$I_н = \frac{I_у w_у}{w_н},$$

где $w_н$ — число витков обмотки переменного тока усилителя;

$w_у$ — число витков обмотки управления усилителя.

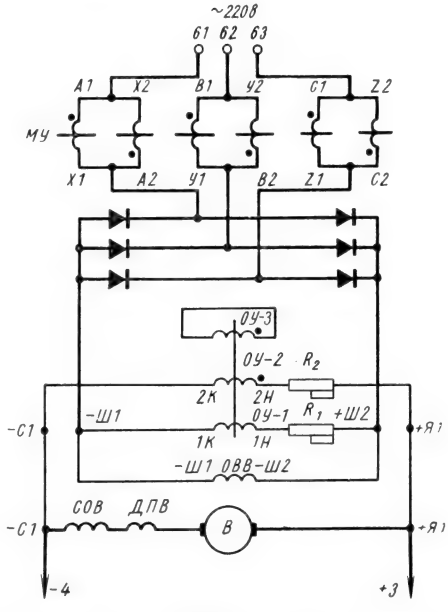


Рис. 165. Принципиальная схема регулирования напряжения возбудителя в зависимости от температуры (блок типа БГА3501-02В2)

Обмотка управления магнитного усилителя *ОУ-1* используется как положительная жесткая обратная связь и через большое дополнительное сопротивление $r_д \gg r_у$ включается на суммарное напряжение $U_\Sigma = U_н + U_в$, где напряжение нагрузки магнитного усилителя $U_н = I_н R_в$.

При нагреве возбудителя сопротивление его обмотки возбуждения $R_в$ увеличивается, напряжение $U_н$ возрастает и, следовательно, возрастает ток в обмотке управления

$$I_у = \frac{U_н + U_в}{r_у + r_д}.$$

Соответственно увеличивается ток нагрузки магнитного усилителя $I_н$ и напряжение возбудителя $U_в$.

Необходимый диапазон изменения напряжения возбудителя обеспечивается соответствующим выбором параметров обмотки *ОУ*-1 управления магнитного усилителя и дополнительного сопротивления $r_д$. Обмотка управления *ОУ-3* замкнута накоротко и является демпфирующей.

На рис. 166 изображен вариант устройства, который применяется на серийных экскаваторах с некоторыми изменениями, позволившими исключить гальваническую связь между переменным напряжением и постоянным напряжением возбудителя.

Магнитный усилитель в этом случае имеет три обмотки управления: *ОУ-1*, *ОУ-2* и *ОУ-3*. Обмотка *ОУ-1* через большое дополнительное сопротивление R_1 включается на напряжение нагрузки магнитного усилителя. Обмотка *ОУ-2* через свое дополнительное сопротивление R_2 включается на напряжение возбудителя $U_в$.

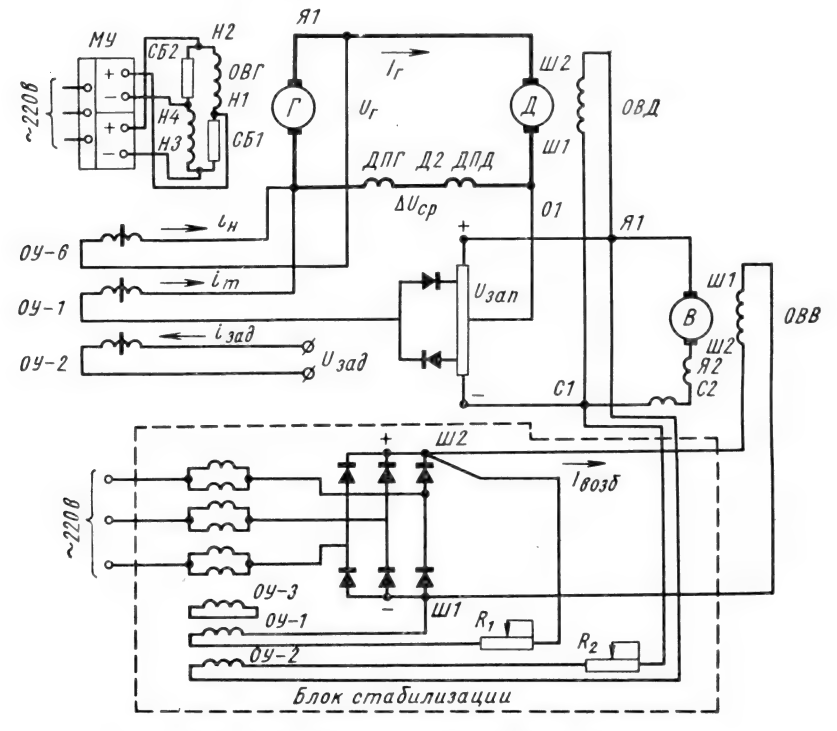


Рис. 166. Схема варианта температурной стабилизации

Полярность обмоток управления *ОУ-1* и *ОУ-2* выбирается таким образом, чтобы осуществлялось самовозбуждение возбудителя *В*. Обмотка управления *ОУ-3* замкнута накоротко и является демпфирующей.

Описанный вариант схемы устройства автоматического регулирования напряжения возбудителя от его нагрева отличается простотой, надежностью и не требует наладки.

ПОРЯДОК ВКЛЮЧЕНИЯ БЛОКА ТИПА БГА 3501—02В2 И НАЛАДКА СХЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ ВОЗБУДИТЕЛЯ

Эти работы производят в следующем порядке. Проверяют соответствие электрического монтажа блока (см. рис. 166) по заводскому чертежу. Устанавливают величины дополнительных

сопротивлений R_1 и R_2 в цепях обмоток управления *ОУ-1* и *ОУ-2* предварительно с помощью мостика Уитстона. Сопротивления примерно должны быть $R_1 \geqslant 110$ *ом*, $R_2 \approx 160$ *ом*.

Подключают обмотку возбудителя к зажимам *Ш1* и *Ш2* блока и после включения переменного напряжения питания блока проверяют полярность на зажимах *Ш1* и *Ш2*. Полярность должна быть такой, как указано на рисунке, т. е. *Ш2* — плюс и *Ш1* — минус. Чтобы избежать выхода из строя диодов в цепи токовой отсечки при проверке полярности напряжения возбудителя, необходимо отключить на станции концы *3* и *4*, идущие от якоря возбудителя.

После этого подключают обмотку управления *ОУ-2* с дополнительным сопротивлением R_2 (зажимы *С1* и *Я1* на блоке) к якорю возбудителя.

Пускают пятимашинный агрегат и проверяют полярность и величину напряжения возбудителя. Полярность напряжения должна быть такой, как указано на рисунке, т. е. $Я_1$ — плюс и *С1* — минус. При правильном включении обмоток управления *ОУ-1* и *ОУ-2* напряжение возбудителя должно быть в пределах 100—105 *в*. Если же напряжение окажется значительно меньше, то следует изменить полярность обмотки управления *ОУ-2*.

Проверяют и устанавливают величины сопротивлений R_1 и R_2 с помощью амперметра и вольтметра: должно быть $R_1 \geqslant \geqslant 110$ *ом*, $R_2 = 160$ *ом*.

Проверяют полярность концов *3* и *4* на станциях (конец *3* — плюс, *4* — минус) и подключают их на место.

В течение нескольких дней необходимо проследить за изменением величины напряжения возбудителя в зависимости от его температуры. При этом напряжение возбудителя в летнее время при максимальном нагреве электрических машин не должно превышать 117 *в*.

ПОРЯДОК ВКЛЮЧЕНИЯ БЛОКА ТИПА БГА 3501—02Б2

Блок (рис. 167) имеет несколько меньший диапазон регулирования напряжения возбудителя в зависимости от нагрева электрических машин, чем блок БГА3501-02В2. При необходимости диапазон регулиро-

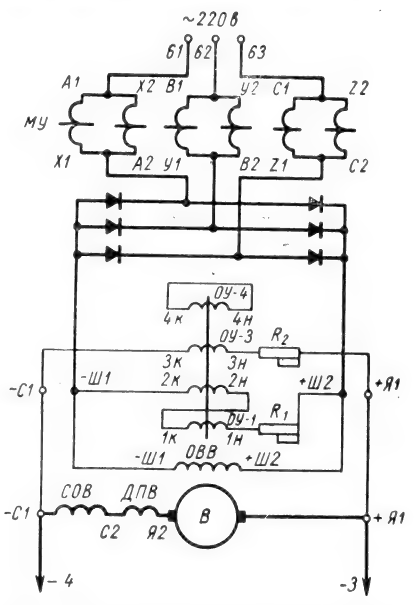


Рис. 167. Принципиальная схема регулирования напряжения возбудителя в зависимости от температуры (блок типа БГА3501-02Б2)

вания напряжения может быть расширен нижеописанным способом.

Обмотка *ОУ-2* (число витков $w = 140$) должна быть включена последовательно и, согласно с обмоткой *ОУ-1*, на выход магнитного усилителя к зажимам *Ш1* и *Ш2* на клеммнике блока со стороны сопротивлений R_1 и R_2. Переключение обмоток производится на клеммнике, расположенном на стороне, противоположной сборкам сопротивлений R_1 и R_2. Сопротивление R_1 необходимо увеличить до величины 110 *ом*. Мощность сопротивления R_1 должна быть не менее 130 *вт* (допустимый ток не менее 1,1 *а*).

На рисунке приведена схема подключения блока производства 1965 г. с произведенными переключениями обмоток управления.

Наладка блока и порядок включения обмоток управления производится после переключения обмоток, и увеличение сопротивлений R_1 и R_2 поизводится приведенным выше порядком.

УЗЕЛ ТОКООГРАНИЧЕНИЯ С НЕПОСРЕДСТВЕННЫМ ИЗМЕРЕНИЕМ ТОКА ГЛАВНОЙ ЦЕПИ

Наиболее полная стабильность механических характеристик электроприводов достигается непосредственным измерением тока главной цепи при помощи специального тороидального магнитного усилителя (рис. 168).

Рис. 168. Узел токоограничения с непосредственным измерением тока главной цепи

Принцип действия тороидального магнитного усилителя узла токовой отсечки аналогичен принципу действия трансформатора постоянного тока.

Измерение тока главной цепи $I_я$ производится с помощью трехфазного магнитного усилителя без обратной связи, работающего в режиме трансформатора тока.

Обмоткой управления магнитного усилителя служит силовой кабель главной цепи, проходящий через отверстие тороидального магнитопривода. Характеристики такого магнитного усилителя, как известно, на рабочем линейном участке не зависят от напряжения переменного тока, а напряжение на его нагрузке следует за изменением тока главной цепи практически без запаздывания. Таким образом, магнитный усилитель используется для измере-

ния тока, причем изменение сопротивления главной цепи при нагреве электрических машин на точность измерения не влияет.

Так как полярность напряжения на выходе магнитного усилителя остается одной и той же независимо от тока главной цепи, то в схеме отсечки используются две одинаковые обмотки управления — *ОУ-1* и *ОУ-2*, включение которых производится попеременно с помощью кремниевых управляемых диодов в зависимости от полярности управляемого напряжения, т. е. в зависимости от того, в цепи какой обмотки открылся управляемый выпрямитель.

В качестве управляющего напряжения использовано падение напряжения на соединительных шинах главной цепи. При указанной на схеме полярности напряжения будет открыт управляемый диод *ВКУ1*. Если при этом величина тока в главной цепи превысит заданный ток начала отсечки, то напряжение на выходе магнитного усилителя станет больше напряжения кремниевого стабилитрона *СК* и через обмотку управления *ОУ-1* от начала к концу начнет протекать ток, размагничивающий генератор. При изменении направления тока главной цепи откроется диод *ВКУ2*, а диод *ВКУ1* закроется. В этом случае будет работать обмотка управления *ОУ-5*, ток в которой будет протекать от ее конца к началу.

Схема ограничения момента двигателя с непосредственным измерением тока главной цепи обеспечивает, при условии постоянства напряжения возбудителя, точное поддержание установленного стопорного тока (момента двигателя) независимо от нагрева электрических машин и изменения температуры окружающей среды.

Кроме того, при измерении тока главной цепи повышается быстродействие электропривода, так как в случае применения для измерения тока главной цепи магнитного усилителя выходная мощность схемы ограничения существенно увеличивается и токовая обмотка магнитного, электромашинного или какого-либо другого усилителя, управляющего возбуждением генератора, может быть выполнена с меньшим объемом меди и, следовательно, с меньшей постоянной времени.

Основные элементы предлагаемой схемы — тороидальный трехфазный магнитный усилитель разделительного трансформатора *4Т*, *5Т*, *6Т* и переключающее устройство *РУ*. Нагрузкой магнитного усилителя является активное сопротивление $R_н$, параллельно которому включается переключающее устройство.

Переключающее устройство состоит из трехфазного выпрямительного моста, собранного из управляемых кремниевых диодов и двух параллельных цепей, в каждую из которых входят кремниевые управляемые вентили. Технические данные элементов переключающего устройства приведены в табл. 28.

Таблица 28

Технические данные элементов переключающего устройства

Элементы устройства	Обозначения по схеме рис. 168	Тип	U в *в*	$I_{ср}$ в *а*	$I_у$ в *ма*	Число
Кремниевый диод . . .	*1ВК*	Д-215А	200	10	—	6
То же . . .	*2ВК*	Д-202	100	0,4	—	4
Управляемый кремниевый диод	*ВКУ*	Д-235Г	80	2	150	2
Кремниевый стабилитрон	*СК*	Д-815Е	15	0,5	—	1
Сопротивление	*R*	ПЭВ-10	—	0,22	—	2

Построение характеристики холостого хода усилителя $E_н = f(I_я)$ можно произвести по схеме, приведенной на рис. 169. Пока $E_н = U_{зап}$, ток управления равен нулю ($i_у = 0$).

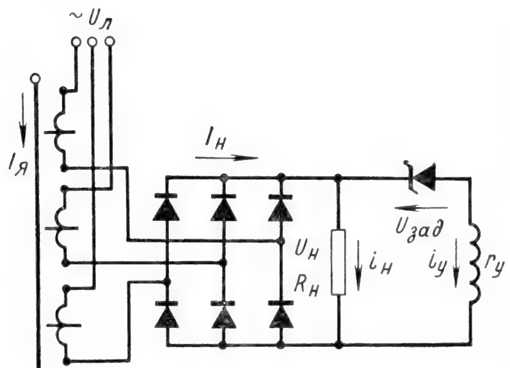


Рис. 169. Схема для построения характеристики холостого хода

Равенство напряжений $E_н = U_{зап}$ соответстствует началу действия отсечки I_0.

Напряжение на выходе магнитного усилителя при $E_н > U_{зап}$ определяется равенством

$$U_н = E_н - i_у R_н.$$

Ток $i_у$, проходящий через обмотку управления силового магнитного усилителя, будет

$$i_у = \frac{E_н - U_{зап}}{R_н + r_у}.$$

НАЛАДКА УЗЛА ТОКООГРАНИЧЕНИЯ

Наладку узла токоограничения с непосредственным измерением тока главной цепи начинают с тщательной проверки схемы и технических данных аппаратуры узла (см. рис. 168). Отключают концы *6*, *7*, *9*, *10* и *11* переключающего устройства *РУП*. Настраивают максимальное токовое реле *РТМН* на меньшее напряжение втягивания порядка 10—12 *в*. Практически реле ослабляется натяжением пружины примерно в 2 раза. На холостом ходу генератора устанавливают положительную полярность конца *20* по вольтметру постоянного тока со шкалой на 150 *в*. С помощью командоконтроллера записывают полярность задающей обмотки

УМСП-2/2Н1 (плюс или минус) и положение командоконтроллера. После этого подключают конец *10* переключающего устройства к концу *20*, а конец *9* — к концу *40*. Проверяют соответствие маркировки начала и конца обмоток управления *1Н1-1К1*, *5Н1-5К1*, *2Н1-2К1*.

По окончании перечисленных работ замыкают главную цепь системы генератор—двигатель, разрывают цепь обмотки возбуждения двигателя подъема (см. рис. 148) и накладывают механический тормоз на двигатель. Если на конце *2Н1* задающей обмотки *УМСП-2* плюс при данном положении командоконтроллера, то конец *1Н1* обмотки *УМСП-1* подключают к зажиму *7* переключающего устройства. В случае, когда на конце *2Н1* минус при записанном положении командоконтроллера, то к концу *7* переключающего устройства присоединяют конец *1Н2* обмотки *УМСП-1*. Затем отключают концы *4* или *5* от сопротивления *1СУП*, устанавливают на нем сопротивление 6,1 *ом* с помощью мостика типа *ММВ* и снова присоединяют отключающий конец.

После этого в режиме короткого замыкания генератора (ток возбуждения двигателя равен нулю) проверяют на первой скорости при записанном положении командоконтроллера (только в одну сторону) правильность включения обмотки *УМСП-1*. Затем подключают обмотку *УМСП-5*, причем ее полярность должна быть обратной полярности обмотки *УМСП-1*.

Далее проверяют работу токового узла в обе стороны на первой скорости. С помощью сопротивления *1СУП* устанавливают величину стопорного тока на четвертой скорости согласно проектной величине. В случае, если величина стопорного тока мала, необходимо уменьшить величину сопротивления *1СУП*, и наоборот, при большом стопорном токе, сопротивление *1СУП* увеличивают.

Глава XII

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И УХОД ЗА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕМ

ВЫСОКОВОЛЬТНАЯ АППАРАТУРА

Перед вводом в эксплуатацию высоковольтной аппаратуры необходимо провести следующие работы.

Убрать монтажные материалы, проверить поджатие всех гаек и подтянуть ослабленные, протереть сухой чистой ветошью фарфоровые изоляторы на вводном ящике, высоковольтном токоприемном устройстве, масляном выключателе, разъединителе и другой аппаратуре и убедиться в отсутствии их повреждения.

Проверить работу разъединителя с приводом, масляного выключателя и его привода. Убедиться в надежности работы блокировок и в правильности схемы управления и сигнализации.

Очистить и промыть чистым трансформаторным маслом бак выключателя. Уровень масла в баке должен быть на линии отметки указателя, а качество его соответствовать ГОСТу 982—56. После заливки бака маслом и установки его на место следует опробовать выключатель.

Включать и отключать выключатель при коротком замыкании в сети можно не более 2 раз с интервалом 2 *мин*, после чего он должен оставаться отключенным до устранения короткого замыкания. Перед повторным включением после автоматического отключения необходимо осмотреть выключатель снаружи. Если обнаружены следы большого выделения газов и выброса масла, то необходимо слить масло из бака и тщательно осмотреть выключатель; у исправного выключателя токоведущие части не имеют следов перегрева (цвета̀ побежалости).

Контакты выключателя торцового типа работают при значительном контактном давлении и являются одновременно рабочими и дугогасительными. В процессе эксплуатации они изнашиваются, и поэтому не обязательно, чтобы они имели чистую и ровную поверхность: обгорание в пределах 2—4 *мм* является допустимым и не требует смены контактов; в этом случае достаточно при осмотре слегка опилить выступающие неровности. При большем

обгорании контакты необходимо сменить. Для этого следует вынуть и разобрать изолятор, свинтить обгоревший контакт с токоведущего стержня и навинтить новый. После замены контакта и установки изолятора следует убедиться в том, что нижний, скошенный торец контакта находится в горизонтальном положении.

Для смены подвижного контакта следует отогнуть стопорную планку, удерживающую головку болта, вывинтить болт и привинтить новый контакт так, чтобы его грани оказались параллельными медной шине; затем загнуть стопорную планку. После смены контактов следует проверить, сжимаются ли при включении контактные пружины (на 2 ± 1 *мм*). Если пружины не сжимаются, то производят регулирование, навинчивая два винта, на которых комплект подвижных контактов подвешен к угольникам гетинаксовой штанги.

Во время эксплуатации нужно периодически проверять масло, залитое в бак выключателя, на пробой. Пробу масла берут через масловыпускную пробку. Масло, доливаемое в бак, также должно быть испытано на пробой.

Осмотр и ремонт высоковольтной аппаратуры необходимо производить при снятом напряжении с соблюдением всех правил техники безопасности. Доступ к высоковольтному токоприемнику экскаваторов ЭКГ-4,6А и ЭКГ-4,6Б возможен только через специальные люки, которые закрываются стальными листами. При осмотре необходимо произвести очистку изоляторов от пыли и масла, проверить крепление колец, токоприемников и кабеля, выяснить состояние пружин и токоприемных башмаков.

При эксплуатации необходимо следить за нажатием пружины на башмак. Правильно отрегулированное нажатие обеспечивает надежность электрического контакта. При слабом нажатии пружины контакты перегреваются, а при сильном — быстро изнашивается токосъемный башмак. Ослаблять пружину можно за счет уменьшения количества ее витков.

Периодически через люки ведут наблюдение за токоприемником. При осмотре токоприемника очищают его элементы от пыли и грязи, проверяют надежность крепления колец, щеткодержателей и кабелей, плотность болтовых соединений, состояние пружин и щеток. После проведения очистки следует обязательно проверить, не остались ли в токоприемнике посторонние предметы.

Осмотр и ремонт отсека вводных изоляторов, высоковольтного токоприемника и другой аппаратуры высокого напряжения должны производиться после отключения высоковольтного кабеля и наложения переносного заземления в высоковольтном распределительном устройстве.

Токоподводящий кабель во время работы экскаватора должен быть уложен на желоб нижней рамы так, чтобы он не подвергался ударам ковша. Перед началом передвижения экскаватора следует подтянуть кабель и уложить его зигзагом. При движении необ-

ходимо иметь запас кабеля, не допускать его натяжения, образования на нем петель и повреждения гусеницами экскаватора. Переносить кабель и поддерживать его при передвижении экскаватора нужно с соблюдением соответствующих правил. Обслуживающий персонал должен быть снабжен специальными высоковольтными клещами и перчатками.

При разделке высоковольтного кабеля КШВГ жилы освобождают от наружных оболочек (рис. 170). Миткалевые ленты и полу-

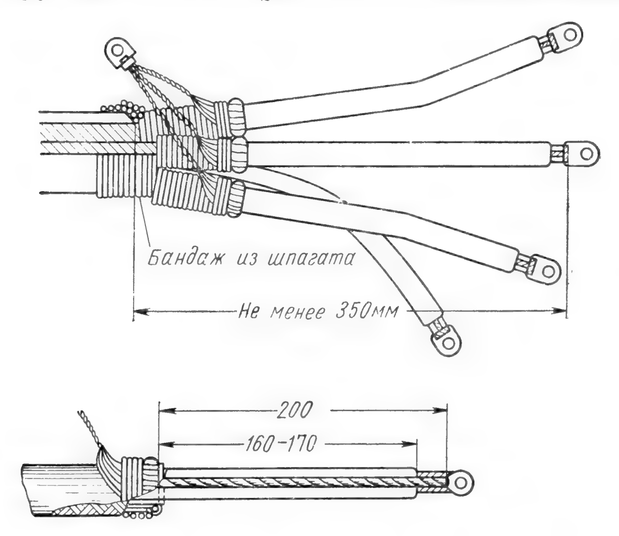


Рис. 170. Разделка высоковольтного кабеля

проводящую резину нужно снимать очень тщательно. Получающиеся в результате зачистки углубления на основной резиновой изоляции не должны быть более 0,5 *мм*. Освобожденную экранирующую оплетку расплетают, а затем скручивают и присоединяют к заземляющим жилам кабеля. Для защиты резины от масла концы жил, присоединяемые к токоприемнику экскаватора, должны быть обмотаны поверх изоляции двумя — тремя слоями лакоткани, а для защиты от влаги каждую жилу обматывают липкой полихлорвиниловой лентой.

АППАРАТУРА УПРАВЛЕНИЯ

Перед включением электроаппаратуры управления в работу необходимо проверить состояние силовых контактов и блок-контактов, надежность крепления и плотность всех соединений (производится внешним осмотром). Если контакты потемнели от перегрева с образованием застывших капель, то поверхность контактов необходимо зачистить бархатным напильником, снимая

возможно меньший слой металла. При зачистке нельзя изменять радиус закругления. После обработки напильником контакты протереть чистой ветошью. Категорически запрещается чистить контакты наждачным полотном!

В процессе эксплуатации аппаратуры управления необходимо систематически удалять пыль и грязь с контактов и магнитной системы, проверять состояние контактов, затяжку винтов, гаек, крепление токоведущих частей и сопротивление изоляции.

Раствор контактов, провал и нажатие на контакт являются основными параметрами контактного устройства. Они не должны выходить за пределы значений, приведенных в табл. 29, поэтому во время работы аппаратов их периодически проверяют.

Таблица 29

Пределы допусков нажатия, провала и раствора контактов

Показатели	Тип контактора		
	КТ-32Е	КПД-101	КПВ-604
Начальное нажатие контактов в *кГ*:			
минимальное	0,7	0,3	3,0
максимальное	0,9	0,305	4,0
Конечное нажатие контактов в *кГ*:			
минимальное	0,9	0,45	6,5
максимальное	1,2	0,455	8,0
Размер *В* (рис. 171) при окончательно замкнутых контактах в *мм*:			
максимальный при новых контактах	2,5	3,5	5,5
минимальный при сработанных контактах	1,0	2,0	4,5
Раствор *А* контактов в *мм*	12,5±1	7±1	18,5±1

Для проверки аппаратуры управления необходимо обесточить главные цепи и общий автомат, питающий вспомогательные приводы. Контакты аппаратуры должны всегда быть сухими и чистыми. Для измерения нажатия контактов применяют динамометры (пружинные весы).

Начальное нажатие контактов при отключенном контакторе измеряют так. Из тонкой проволоки или прочного тонкого шнура делают петлю, которую надевают на контакт в точке *Б* (рис. 171), свободный же конец проволоки (шнура) прикрепляют к динамометру. Между контактом и его упором прокладывают полосу тонкой бумаги. Затем динамометром оттягивают контакт до тех пор, пока не становится возможным легко вытянуть бумагу. Отсчет по динамометру в момент освобождения зажатой контактом бумаги и есть величина начального нажатия контакта. Нажатие

контактов в начале их касания должно быть таким, чтобы при ударе не происходило отскакивания подвижного контакта от неподвижного (вибрации). Вибрация контактов при включении вызывает искрение и иногда ведет к их привариванию.

Конечное нажатие контактов измеряют при замкнутом от руки контакторе так же, как и начальное. От величины конечного нажатия (после окончательного включения) зависит сопротивление в месте касания контактов и их нагрев (по ГОСТу на контакторы температура не должна быть выше +110° С).

Рис. 171. Определение раствора и провала контактов контактора

Провал *А* контактов не поддается непосредственному измерению и величина его контролируется измерением зазора *В* между подвижным контактом и его упором.

При замене контакта необходимо убедиться в том, что профиль его рабочей части соответствует профилю еще неизношенного контакта у данного контактора. Контакты меняют в том случае, если при нажатии на якорь рукой провал становится меньше величины, указанной в табл. 29.

Гибкие соединения контактора, идущие от пальцев к зажимам на плите, должны быть подогнуты так, чтобы не мешать включению контактора.

При осмотре искрогасительных камер надо следить за тем, чтобы отдельные пластины делительной решетки не касались друг друга. После установки проверяют отсутствие касания контактными пальцами стенок камеры и пластин делительной решетки.

Втягивающий электромагнит контакторов переменного тока при работе издает легкое равномерное гудение. Если оно начинает сопровождаться дребезжанием, то это означает, что контактор неисправен. Причиной может быть чрезмерно большое нажатие контактов, повреждение короткозамкнутого витка, грязь или ржавчина на торцовой шлифованной плоскости якоря или ярма, заедание вала в подшипниках (ощутимое при включении и отключении контактора от руки), повреждение катушки, перекос торцовых шлифованных плоскостей ярма или якоря.

В тех случаях, когда якорь и сердечник соприкасаются между собой частью поверхностей (менее 60—70%), а во всех остальных местах остаются зазоры, необходимо произвести шабрение поверхностей. Шабрение нужно производить вдоль слоев шихтовки магнитной системы.

Перекос торцовых поверхностей ярма и якоря может произойти от механического износа, от сдвига листов, из которых они собраны, от изменения положения якоря относительно ярма.

Заедание вала в подшипниках контактора возникает из-за отсутствия смазки или из-за сильного затягивания болтов, крепящих подшипник.

Подшипник периодически смазывают 3—5 каплями машинного масла. При смазке необходимо следить за тем, чтобы масло не просачивалось и не попадало на части контактора, особенно на изоляцию, которая от этого разрушается.

Втягивающие катушки контактора рассчитаны так, чтобы якорь контактора притягивался при напряжении, равном 85% номинального. По нагреву катушки могут выдерживать напряжение до 105% номинального, однако такое напряжение сокращает срок их службы.

Установка выдержки времени в реле при номинальном напряжении осуществляется грубым и тонким регулированием.

Грубое регулирование производится изменением воздушного зазора между сердечником и притянутым к нему якорем за счет установки немагнитной прокладки соответствующей толщины. Чем толще прокладка, тем меньше будет выдержка времени. Немагнитная прокладка предотвращает прилипание якоря к сердечнику. При отсутствии прокладки остаточный магнетизм сердечника в состоянии удержать якорь даже в том случае, если регулировочная пружина затянута до отказа. При частых ударах якоря о сердечник, прокладки разбиваются, поэтому при напряженной работе реле прокладки нужно периодически осматривать.

Тонкое регулирование выдержки времени производится изменением натяжения пружины при помощи гайки. С усилением сжатия пружины выдержка времени реле уменьшается. Кроме того, слабо натянутая пружина может не преодолеть притяжение якоря. Если в этом случае требуемая установка на время не достигнута, необходимо применить более тонкую немагнитную прокладку (для реле РН выдержка времени 0,5 *сек*).

После регулирования реле на требуемую выдержку времени необходимо настроить контакты. Четкая их работа обеспечивается соответствующим выбором пружин, смягчающих удары при включении якоря. Пружины под контактами должны обладать такой упругостью, чтобы при включении реле провал на контактном мостике был равен 1,5—2 *мм*, а вибрация не вызывала повторных разрывов контактной цепи. Чтобы контакты не окислялись, их делают из серебра.

Реле РЭ-500 регулируют изменением величины раствора и провала контактов при помощи упорного винта. Минимальная величина провала 1,5 *мм*, начальное нажатие контактов 70 *г*, конечное нажатие 90 *г*, раствор нормально закрытого реле 4 *мм*, нормально открытого реле 3,5 *мм*. Якорь реле РН экскаваторов

ЭКГ-4,6А и ЭКГ-4,6Б притягивается при напряжении на зажимах катушки 45—48 *в* и отпадает при 8—12 *в*

Характеристики катушек контакторов и реле электромагнита КМП-2 приведены в табл. 30.

Таблица 30

Характеристики катушек контакторов и реле

Тип аппарата	Напряжение в катушке в *в*	Число витков	Марка провода	Диаметр провода в *мм*	Сопротивление при +20° С в *ом*
КПД-11	110	10 000	ПЭЛ-1	0,25	476
КПД-22	110	10 000	ПЭЛ-1	0,25	476
КПВ-604	110	9 000	ПЭЛ	0,41	223
КМП-2	110	7 560	ПЭЛ-1	0,525	136
РЭВ-821	110	13 490	ПЭЛ	0,25	684
РЭВ-826	48	6 000	ПЭЛ	0,38	131

Уход за автоматами распределительного устройства 2КВЭ-6, командоконтроллерами и токоприемником К-5. Автомат типа АП50 рассчитан на работу без зачистки контактов и замены каких-либо частей. Изменять калибровку расцепителей перестановкой регулируемых винтов или подгибанием биметаллического элемента не допускается, так как это может привести к аварии автомата. Износившийся автомат или не соответствующий паспортным данным нужно заменить новым.

Чтобы избежать короткого замыкания, автоматы систематически очищают от пыли и копоти.

В обычных условиях автомат осматривают один раз в шесть месяцев и независимо от этого — после каждого короткого замыкания. При осмотре автомата обращают внимание на величину провала контактов, затяжку винтов и гаек, очищают изоляционные части.

Температура окружающего прибор воздуха не должна превышать +50° (для тропиков +65° С).

Не реже одного раза в две недели производят осмотр командоконтроллеров ЭК-8200, с них удаляют пыль и грязь (сжатым воздухом), а изоляционные поверхности протирают чистой сухой тряпкой.

Кроме того, проверяют состояние рабочих поверхностей контакторов, работу кнопок, соответствие технических данных кулачковых элементов (провала, нажатия и раствора) паспортным. В случае значительного плавления контакты рекомендуется зачищать напильником с мелкой насечкой (зачистка контактов наждачной или стеклянной бумагой не допускается).

Ролики кулачковых элементов и фиксаторов, а также подшипники барабана в периодической смазке не нуждаются. Не разре-

шается смазывать рабочие поверхности контактов, так как это способствует их обгоранию.

При проверке особое внимание необходимо обращать на провал контактов (на новых контактах провал составляет 2,5 *мм*). Если контакты износились и величина провала составляет менее 1 *мм*, мостик и подвижные контакты следует заменить.

Технические данные кулачковых элементов

Раствор в *мм*	13±3
Провал в *мм*	3+0,5
Нажатие в *кГ*:	
начальное	0,25±0,025
конечное	0,5±0,05

Осмотр низковольтного токоприемника К-5 следует производить примерно раз в месяц. При осмотре проверяют состояние щеток и изоляции всех шпилек. Изоляция должна быть очищена от пыли, грязи и масла, а щетки не должны иметь люфта в обоймах щеткодержателей и не должны сползать с контактных колец. Расстояние между обоймой щеткодержателя и контактной поверхностью кольца должно быть не менее 3 *мм*. Если это условие не соблюдено, надо освободить винт, прижимающий щетку, прижать щетку к контактному кольцу и отодвинуть обойму, так чтобы расстояние от кольца до обоймы составило 8 *мм*. После этого затянуть винт.

Обоймы щеток должны свободно проворачиваться на оси. Нельзя отпускать оттянутую от кольца обойму со щеткой, так как под действием пружины щетка сильно ударится о кольца и может сломаться. Давление щетки на кольцо должно составлять 0,8—1,5 *кГ* (давление измеряют динамометром).

Кольца обычно имеют гладкую и чистую поверхность. Если при работе на них образовался нагар, его необходимо удалить мелким напильником. Все контактные соединения должны быть плотно затянуты.

Перед включением электроаппаратуры магнитных станций необходимо произвести внешний осмотр, проверить состояние силовых контактов и блок-контактов, крепления и плотность всех соединений. В случае чрезмерного обгара контактов их зачищают или заменяют.

Для проверки правильности подключения схемы соединений и монтажа производят пробное включение основных аппаратов магнитной станции, устанавливая рукоятку командоконтроллера в различное рабочее положение.

Перед проверкой магнитных станций и опробованием аппаратов главных и вспомогательных приводов должны быть обесточены все цепи вспомогательных приводов (автоматы *1А*, *2А*, *3А*, *4А*, *5А* и *6А* отключить).

ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ И ТРАНСФОРМАТОРЫ

Двигатели осматривают при приемке смен. Текущий, средний и капитальный ремонты двигателей должны проводиться по установленному графику.

При осмотре наружную поверхность двигателя очищают от пыли и грязи, проверяют, нет ли на двигателе наружных повреждений (вмятин кожуха вентилятора, обрыва наружных проводов), ослабленных креплений и др. При приемке смены во время работы нужно проверить рукой нагрев станины двигателя и подшипников. Если последние сильно нагрелись (рука не терпит) или издают повышенный и прерывистый шум, подшипники нужно осмотреть. При наличии повреждений (трещин, выбоин на кольцах, лопнувшего шарнира или ролика) или износа подшипника, его необходимо заменить. Если дефектов подшипника при внешнем осмотре не обнаружено, но он работает неудовлетворительно, его также следует заменить.

Нельзя допускать нагрева подшипника выше +95° С. Для смазки подшипников электродвигателей применяют консталин (ГОСТ 1957—52) или смазку 1—13 (ГОСТ 1631—61).

Перед подключением трансформаторов необходимо проверить и, если нужно, подтянуть все контактные соединения (плохое соединение может вызвать аварию), проверить мегомметром сопротивление изоляции между обмотками высокого и низкого напряжения, а также между обмотками и корпусом.

Масло проверяют на диэлектрическую прочность, которая должна быть не ниже 25 *кв*. Для пробы масло набирают в чистую стеклянную банку через спускной кран трансформаторного бака. При необходимости разрешается доливать масло в трансформаторный бак (предварительно оно должно быть испытано на пробой).

Открытые высоковольтные и низковольтные выводы должны иметь защитные кожухи.

КОЛЛЕКТОРЫ ГЕНЕРАТОРОВ И ДВИГАТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Одной из наиболее распространенных неисправностей в работе электрических машин главных приводов является ухудшение коммутации, вследствие загрязнений, износа щеток и уменьшения их нажатия, нарушения пайки петушков и т. п.

Причиной ухудшения коммутации может быть срабатывание пластин коллектора с поверхности, вследствие чего изоляция между пластинами (миканит), как менее изношенная, начинает выступать над поверхностью коллектора. В том случае производят продороживание коллектора: между пластинами по толщине изоляции прорезают ножовочным полотном углубления

(канавки, дорожки) на глубину 1—1,5 *мм* у двигателей (рис. 172) и на глубину 1—2 *мм* у генераторов.

После обточки коллектора снимают напильником острые кромки на торцах коллектора.

Во многих случаях причиной ухудшения коммутации является снижение качества пайки коллекторных петушков. Его обнаруживают измерением сопротивления между каждой парой коллекторных пластин.

Поверхность коллекторов нужно осматривать не реже одного раза в сутки. Контактная поверхность нормально работающего

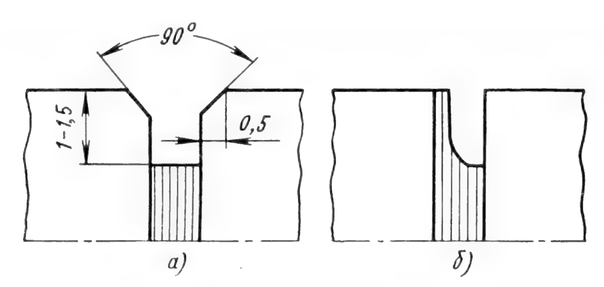


Рис. 172. Прорезание канавок между пластинами коллектора:

а — правильно; *б* — неправильно

коллектора должна быть строго цилиндрической, гладкой и полированной, светло-коричневого или темно-коричневого оттенка. Коллектор не должен быть загрязнен металлической и угольной пылью. Надо также следить за тем, чтобы на коллектор не попадала смазка, которая способствует скоплению грязи и может привести к короткому замыканию между щетками разной полярности. Коллектор должен быть всегда сухим.

При сильном нагреве коллектора или появлении царапин на его поверхности коллектор шлифуют мелкой стеклянной бумагой, прикрепленной к деревянной колодке. Шлифование производят при номинальной скорости вращения машины. Колодку прислоняют перпендикулярно диаметру коллектора; она должна свободно помещаться между щетками двух соседних бракетов. Бумага должна прилегать по всей длине коллектора. Шлифование без колодки недопустимо. После шлифования коллектор необходимо продуть сжатым воздухом (1—3 *ат*).

Коллектор шлифуют только при значительном нагреве, а также при возрастающем искрении щеток. Если на коллекторе обнаружены лишь отдельные неглубокие раковины, не вызывающие искрения, шлифования коллектора производить не следует. В этом случае нужно время от времени протирать коллектор при вращении машины тряпкой, слегка смоченной спиртом.

Глянцевитость поверхности коллектора необходимо сохранять, так как она способствует хорошей коммутации и охраняет коллектор от быстрого износа.

Биение коллектора не должно превышать 0,02—0,03 *мм*; при бо́льшем биении или сильном износе пластин коллектор обтачивают резцом или шлифуют. Перед обточкой следует нагреть машину до 100° С, затянуть в нагретом состоянии слабо затянутые зажимные болты коллектора. Затем дать машине остыть и снова затянуть болты. Скорость резания во время обточки коллектора для машин преобразовательного агрегата 90 *м/мин*, подача не более 0,05—0,1 *мм/об*, скорость резания для двигателей рекомендуется 8—10 *м/мин*. Обмотки якоря на торцах закрывают для защиты от пыли и стружки. Сечение стружки должно быть минимальным.

Промежутки (канавки) между пластинами коллектора должны быть совершенно чисты.

Прорезать канавки на коллекторе можно дисковой фрезой диаметром около 20 *мм* и толщиной 0,8 *мм*, установленной в специальном приспособлении с моторным приводом.

Иногда, особенно на вновь введенных в эксплуатацию электрических машинах, коммутация ухудшается в результате ослабления стяжки коллекторных пластин из-за высыхания миканитовой изоляции манжет, изолирующих коллекторные пластины от нажимных конусов. Этот дефект устраняется затяжкой стяжных болтов (или гаек на стяжных шпильках) на нагретом коллекторе и последующей проточкой, продораживанием и шлифованием коллектора.

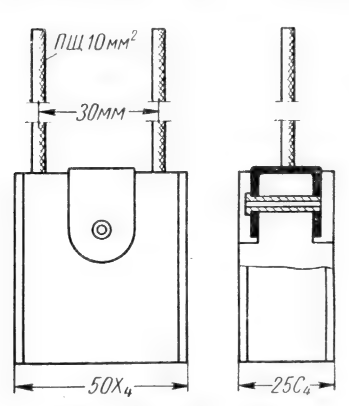


Рис. 173. Щетка ЭГ-14

После окончания всех операций коллектор протирают неворсистой ветошью, смоченной спиртом.

ЩЕТКИ И ЩЕТКОДЕРЖАТЕЛИ

Щетки (рис. 173) должны свободно двигаться в щеткодержателях, но зазор между щеткой и обоймой не должен быть слишком большим, так как это приводит к заклиниванию щеток. При тугом ходе щетки необходимо очистить щеткодержатель от грязи.

Применяемые щетки должны быть одного типа и иметь одинаковое удельное нажатие на поверхности прилегания к коллектору (табл. 30). При большом нажатии коллектор и щетки сильно нагреваются и быстро изнашиваются, а недостаточное нажатие приводит к искрению под щетками. Разница в давлениях отдельных ще-

ток не должна быть больше 10—15%. Замену старых сработавшихся щеток надо производить щетками только соответствующей марки, установленной на данной машине. Установка щеток разных марок на одном коллекторе не рекомендуется, так как щетки в этом случае будут нагружены неодинаково, а это приводит к ухудшению коммутации.

Правильно работающие щетки должны иметь зеркальную трущуюся поверхность по всей площади соприкосновения с коллектором и работать бесшумно. Техническая характеристика щеток приведена в табл. 31.

Таблица 31

Техническая характеристика щеток

Тип	Марка	Размер в *мм*	Плотность тока в *а/см²*	Удельное нажатие в *г/см²*	Падение напряжения в *в*
ПЭ-2000	ЭГ-4	25×32	12	150—200	2
ПЭМ-2000	ЭГ-4	25×32	12	150—200	2
ПЭ-1000	ЭГ-4	20×32	12	150—200	2
ПЭМ-1000	ЭГ-4	20×32	12	150—200	2
ПЭ-400	ЭГ-4	20×32	12	150—200	2
ПЭМ-400	ЭГ-4	20×32	12	150—200	2
МПЭ-542-1/2	ЭГ-4	16×25	12	150—200	2
МП-82	ЭГ-14	25×50×60	10—11	250—300	2,5
МП-72	ЭГ-14	25×32×32	10—11	250—300	2,5
МП-82А	ЭГ-14	25×50×60	10—11	250—300	2,5
МПВ-72	ЭГ-14	25×32×32	10—11	250—300	2,5
ДПЭ-82	ЭГ-14	25×50×60	10—11	250—300	2,5
ДПВ-72	ЭГ-14	25×50×60	10—11	250—300	2,5
ДПЭ-72	ЭГ-14	25×50×60	10—11	250—300	2,5
ДПВ-52	ЭГ-14	20×32×40	10—11	250—300	2,5
ДПЭ-52	ЭГ-14	20×32×40	10—11	250—300	2,5
ДПМ-12	ЭГ-14	10×16×25	10—11	250—300	2,5
МП-542-1/4	ЭГ-4	16×25	12	150—200	2
МП-542-2/2	ЭГ-4	16×25	12	150—200	2
МПЭ-12-32/5	ЭГ-4	2 (10×32)	12	150—200	2
МПЭ-14-12/4	ЭГ-4	20×32	12	150—200	2

На каждую электрическую машину экскаватора необходимо иметь один резервный комплект приработанных щеток. Для этого, когда основной комплект щеток притрется по коллектору до зеркального блеска, часть щеток (порядка 25% на каждом щеткодержателе) заменяется новыми, еще не притертыми. На приработанных щетках делают пометки для того, чтобы можно было установить их на свое место.

Для более быстрой пришлифовки новых щеток к коллектору под них подкладывают стеклянную бумагу шероховатой стороной к щеткам и протягивают бумагу в ту и другую сторону до тех пор, пока контактная поверхность щетки не совпадет с поверхностью коллектора (рис. 174). При смене более 50% щеток пришлифовку их можно вести так: опоясать весь коллектор полосой

стеклянной бумаги с перекрытием одного конца другим и медленно вращать якорь в одном направлении до полной пришлифовки щеток. Пришлифовку щеток вести только под нажимом пружин щеткодержателей. После пришлифовки щеток тщательно продуть и прочистить коллектор и весь щеточный аппарат.

После замены большого количества щеток — 50% и более — не рекомендуется давать машине сразу полную нагрузку. Следует пустить машину вхолостую или с нагрузкой не более $^1/_3$ нормальной в течение 4—6 *ч*, чтобы щетки могли приработаться.

Если при ремонте машины траверса будет разобрана и бракеты сняты, щетки необходимо устанавливать так, чтобы разность



Рис. 174. Схема пришлифовки щеток к коллектору:
а — неправильно; *б* — правильно

высот их набегающего и сбегающего краев не превышала 1 *мм*. При этом надо сохранить правильное симметричное положение щеток по окружности коллектора с точностью ±1 *мм*.

С износом коллектора щеткодержатели следует смещать таким образом, чтобы расстояние между обоймой и коллектором было не более 2—3 *мм*. Чрезмерное уменьшение этого зазора может привести к подгоранию края щеткодержателя и вызвать искрение под щетками, а чрезмерное увеличение создает опасность раскалывания и выкрашивания щетки.

Осмотр щеток производится поочередным выниманием их из щеткодержателей. Необходимо следить за тем, чтобы крепление щеточного аппарата было достаточно жестким и не имело вибрации.

При длительной стоянке машины щетки вынимают из обойм щеткодержателей, обертывают промасленной бумагой, кладут на обойму щеткодержателя и прижимают его пружиной. Жгутики при этом не отсоединяют.

При разборке двигателя следует отметить положение траверсы с тем, чтобы при последующей сборке сохранить установку щеток в нейтрали.

ПОДШИПНИКИ КАЧЕНИЯ

Подшипники качения, применяемые на электрических машинах, рекомендуется проверять как во время эксплуатации, так и при периодических осмотрах и ремонтах машин. В первом случае состояние подшипников проверяют по стуку, шуму и нагреву.

Если обнаруживается недопустимый нагрев или неравномерный шум, переходящий в свист, стук, скрежет и т. д., подшипники необходимо осмотреть. Перед этим удаляют смазку, промывают полость подшипника сначала керосином, а затем бензином из шприца.

Надо систематически проверять температуру нагрева подшипников: она не должна превышать температуру окружающей среды больше, чем на 45° С. Подшипники генераторов имеют разъемные крышки капсул, поэтому их осмотр, промывку и смену смазки производят без разборки агрегата.

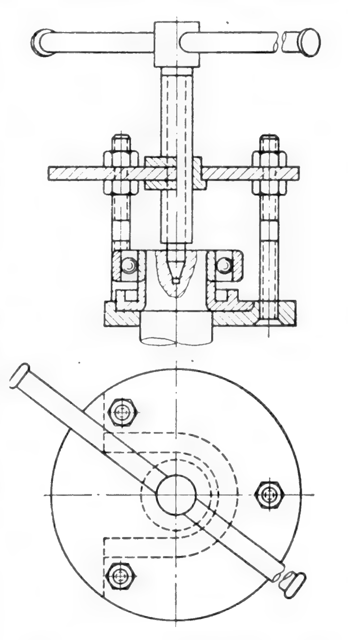


Рис. 175. Струбцина для стягивания шарикоподшипников

Ревизию и смену смазки в подшипниках постоянного тока следует производить через каждые 6 месяцев, а добавлять смазку без разборки подшипника — через каждые 2 месяца.

При ревизии подшипников необходимо: вынуть якорь, удалить старую смазку, а смазочные отверстия в подшипниковых щитках, лабиринтовые кольца, крышки и подшипники тщательно промыть сначала керосином, а затем бензином. Якорь при этом должен находиться в наклонном положении так, чтобы промываемый подшипник был внизу.

В случае обнаружения трещин в шариках (роликах), ослабевших заклепок или изношенных сепараторов необходимо подшипник заменить. Неисправный подшипник снимают с вала при помощи специального приспособления — струбцины (рис. 175). Новый подшипник промывают сначала в керосине, а затем в трансформаторном масле, нагретом до 90° С. Такая промывка облегчает насадку подшипника на вал и повышает его противокоррозийную устойчивость. Резкие удары по подшипнику во время насадки на вал недопустимы.

После очистки и сушки подшипник заполняют свежей смазкой 1-13 (ГОСТ 1631—42). Для экскаваторов ЭКГ-4,6А и ЭКГ-4,6Б, работающих при повышенной температуре окружающего воздуха, применяют тугоплавкую смазку ЦИАТИМ-203 (ГОСТ 8773—63).

Подшипниковая камера должна быть заполнена смазкой на $^2/_3$ объема (рис. 176); при большем заполнении смазка будет выбрасываться и попадать на обмотки и коллектор, загрязнять их и портить изоляцию.

Осматривать и смазывать подшипники во время эксплуатации следует не реже одного раза в 3 месяца. При пополнении смазки необходимо следить за тем, чтбы в подшипник не попали влага, опилки, пыль и посторонние предметы.

Условные обозначения подшипников приведены в таблицах технических данных двигателей постоянного тока и машин преобразовательных агрегатов.

Приводной двигатель агрегата типа АЭ-113-4 экскаваторов ЭКГ-4 и ЭКГ-4,6 имеет два подшипниковых узла, смонтированных в щитках. Каждый узел (рис. 177) имеет два шарикоподшипника

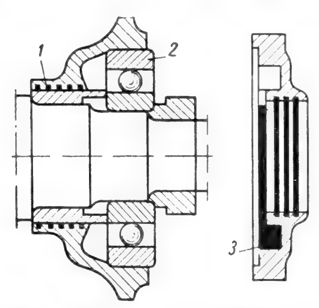


Рис. 176. Схема закладки смазки в шарикоподшипник:

1 — лабиринтные канавки; *2* — шарикоподшипник; *3* — нижнее углубление в подшипниковом щите

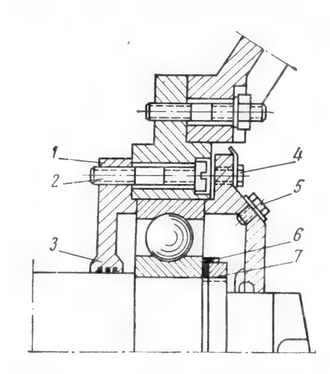


Рис. 177. Узлы подшипника приводного двигателя

320, расположенных один со стороны генератора ПЭМ-2000, другой со стороны генератора ПЭМ-1000. Шарикоподшипники воспринимают поперечно-осевую нагрузку от динамических усилий при поворотах экскаватора, а также нагрузки во время работы экскаватора с креном. Во избежание загрязнения подшипник устанавливают в капсулу *1* с наружным и внутренним *3* фланцами. Через резьбовое отверстие винта *5* добавляют смазку в камеру капсулы. Болты *2* и *4* закрепляют фланцы на капсуле *1*. Внутренняя обойма подшипника закрепляется от перемещений на валу гайкой *7* со стопорной шайбой *6*.

Для подшипников применяют смазку 1-13. Применять тавот и солидол не разрешается. Для экскаваторов, работающих в тропическом климате, рекомендуется применять тугоплавкую смазку ЦИАТИМ-203 (ГОСТ 8773—63).

Особое внимание нужно обращать на затяжку подшипниковых узлов. Наружные обоймы подшипников, особенно шариковых, должны быть зажаты между крышками корпуса. Ослабление стяжных болтов ведет к нарушению нормальной работы подшипников и преждевременному выходу их из строя. В процессе эксплуатации необходимо постоянно следить за осевым разбегом

якорей машин преобразовательного агрегата. Нормальным считается осевой разбег 0,5 *мм*. Если он увеличился, необходимо немедленно произвести подтяжку болтов, зажимающих подшипники в корпусе. Для предотвращения самоотвинчивания болтов после их затяжки загибают края предохранительной шайбы.

Чтобы заменить вышедший из строя подшипник, необходимо отсоединить двигатель от генераторов, снять его с плиты или повернуть на 90°, снять полумуфту, щит и наружную крышку и снять капсулу *1* (рис. 177), затем отогнуть ус замочной шайбы *6*, отвинтить гайку *7*, снять шайбу *6* и, наконец, извлечь при помощи стяжек дефектный подшипник. В случае заедания последнего можно разбить его внутреннюю обойму, не допуская при этом повреждений вала двигателя.

ОСМОТР И ЗАМЕНА КАТУШЕК ПОЛЮСОВ

Чтобы предупредить задевание якоря о полюсы, нужно периодически проверять воздушные зазоры между ними.

При осмотре катушек следует проверять плотность их закрепления и надежность электрического контакта на зажимах. В сомнительных случаях надо убедиться в отсутствии замыканий между витками.

При снятии и замене катушек нельзя нарушать их комплектность. До снятия полюса следует проверить щупом воздушный зазор между полюсом и якорем при нескольких положениях якоря (поворачивая его от руки). При закреплении полюса на станине нужно сохранить этот зазор. После сборки катушек необходимо тщательно проверить правильность их соединения в соответствии со схемой. Контактные поверхности всех соединений должны быть чисты, а винты хорошо затянуты во избежание самоотвинчивания. При закреплении полюсов болты затягивают до отказа, предупреждая их самоотвинчивание специальными шайбами.

При сборке обеих половин генератора или двигателя станины необходимо тщательно очищать сопрягаемые плоскости для обеспечения хорошего контакта. Нельзя допускать в них зазор, так как это ухудшает магнитные характеристики машин.

Нагнетаемый вентиляторами воздух для охлаждения двигателя постоянного тока или генератора должен быть сухим и чистым; пыль загрязняет обмотки и вентиляционные каналы, снижает сопротивление изоляции и уменьшает надежность работы машины. Температура входящего воздуха должна быть не выше 45° С.

При нагреве частей машины до температур, превышающих указанные в табл. 32, надо проверить систему вентиляции.

Величина воздушного зазора у двигателей ДП-82 должна быть под главным полюсом 3,5 *мм*, под добавочным — 5,5 *мм*, у двигателей ДП-52 соответственно 2 и 3 *мм*.

Таблица 32

Нормы нагрева электрических машин

Части машины	Класс изоляции	Максимально допустимые	
		Температура в *град*	Превышение температуры [1] в *град*
Обмотка якоря	В	120	75
» возбуждения	В	120	75
» добавочных полюсов	В	120	75
Подшипники качения	—	85	40
Коллектор	—	100	55

[1] Превышение над температурой окружающего воздуха.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИЧИН ИСКРЕНИЯ НА КОЛЛЕКТОРЕ

Искрение на коллекторах машин постоянного тока может происходить (кроме причин, рассмотренных ранее) от неправильного выбора размера сердечника, величины воздушного зазора, числа витков добавочных полюсов и от витковых замыканий. Ухудшение коммутации по причине виткового замыкания в обмотках главных или дополнительных полюсов встречается сравнительно редко.

Одним из косвенных признаков наличия виткового замыкания *в* обмотке одного из главных или дополнительных полюсов является более сильное искрение щеток одной из траверс по сравнению со щетками других траверс, если только оно происходит не в результате неравномерной расстановки траверс на поверхности коллектора.

Замыкание в катушках обмотки главных полюсов проще всего обнаружить подачей напряжения переменного тока (127—220 *в*) на цепь обмотки и измерением падения напряжения на каждой из катушек. На катушках, в которых имеется витковое замыкание, падение напряжения будет значительно меньше, чем на других, даже при незначительном числе короткозамкнутых витков.

Степень соответствия дополнительных полюсов условиям коммутации может быть определена двумя способами: снятием кривых распределения потенциала в щетках работающей машины и определением области безыскровой коммутации. Метод потенциальных кривых (или потенциальных диаграмм) использует то обстоятельство, что замедление или ускорение коммутирующего процесса изменяет соотношение плотностей тока в сбегающем и набегающем краях щетки работающей под нагрузкой машины. Измеряя распределение потенциала в щетке, который примерно пропорционален распределению проходящего по щетке тока, можно узнать, как протекает коммутационный процесс.

Для снятия потенциальных диаграмм к токоведущему жгутику щетки подключают вольтметр, выбираемый из расчета, что измеряемые величины не превышают 3—5 *в*, второй вывод вольтметра гибким проводником соединяют с графитным стержнем карандаша (рис. 178). Опыт производится при работе машины с неизменной величиной тока якоря. Касаясь коллектора в пределах контактной дуги щетки графитом карандаша, отсчитывают показания вольтметра в точках возле набегающего края, середины и сбегающего края щетки. По полученным данным строится график распределения потенциала в щетке (рис. 179). Если разность потенциалов выше у набегающего края щетки, значит коммутация —

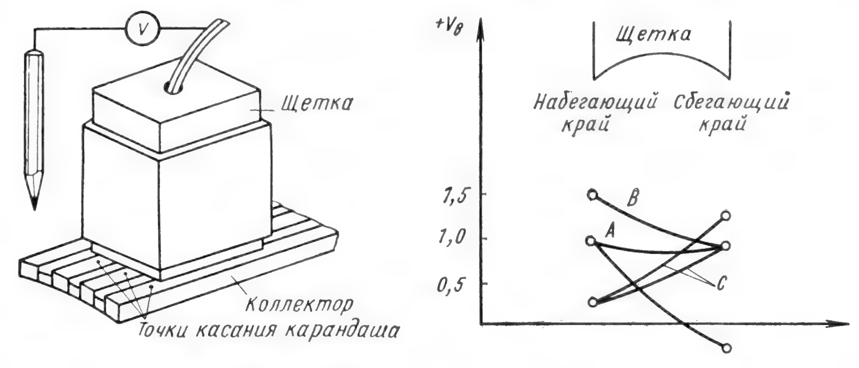


Рис. 178. Схема для снятия потенциальных диаграмм

Рис. 179. Потенциальные кривые

ускоренная (кривая *В*), а дополнительные полюса слишком сильны. Если разность потенциалов выше у сбегающего края щетки (кривая *С*), то коммутация — замедленная. Наиболее благоприятно протекает процесс коммутации, когда разность потенциалов у сбегающего края щетки составляет 0,7—0,8 величины разности потенциалов у набегающего края (кривая *А*). Следует особо отметить, что все сказанное справедливо в том случае, если щетки установлены строго на геометрической нейтрали.

Потенциальные диаграммы дают только качественную оценку силы коммутирующего поля (сильное поле дополнительных полюсов дает ускоренную коммутацию, слабое поле — замедленную коммутацию), но они не дают количественных указаний в отношении изменения воздушного зазора или ампер-витков дополнительных полюсов. Поэтому для получения хорошей коммутации приходится несколько раз менять воздушный зазор под дополнительными полюсами с помощью прокладок и каждый раз для нового зазора снимаются потенциальные диаграммы, по которым судят об изменении коммутации. Таким образом, методом последовательного приближения можно получить удовлетворительные результаты.

При наладке коммутации изменением воздушного зазора под дополнительными полюсами нужно обратить внимание на регулирование дополнительных полюсов при наличии двух зазоров — воздушного и немагнитного. При двух зазорах надо производить регулирование интенсивности коммутирующего поля изменением зазора с помощью железных и немагнитных прокладок, не изменяя при этом воздушного зазора между дополнительными полюсами и якорем. В этом случае происходит изменение интенсивности коммутирующего поля, но форма кривой распределения индукции под добавочным полюсом сохраняется прежней.

Проверка и наладка коммутации на двигателях с несколькими режимными скоростями должна производиться по возможности ближе к максимальной скорости.

Снятие потенциальных кривых надо производить при установившемся токе якоря. Так, на двигателе подъема следует снимать потенциальные кривые при подъеме ковша при установившейся скорости. Наладка коммутации на генераторах может производиться в режиме короткого замыкания.

РЕГУЛИРОВАНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ПОЛЮСОВ ПО МЕТОДУ БЕЗЫСКРОВОЙ ЗОНЫ

Сущность метода состоит в том, что при каждой нагрузке, начиная от холостого хода и до номинальной, а если возможно, то и выше, определяют верхний и нижний пределы тока в обмотке дополнительных полюсов, между которыми коммутация остается нормальной. За пределами этой области в обе стороны безыскровая работа невозможна. Графически эта зона изображается двумя кривыми в прямолинейной системе координат. По оси абсцисс откладываются значения токов нагрузки электромашины, а по оси ординат — значения токов отрицательной и положительной подпиток, т. е. добавочных токов в дополнительных полюсах сверх тока нагрузки в процентах от тока нагрузки.

Определение области безыскровой работы может производиться как в режиме нагрузки, так и в режиме короткого замыкания.

При дополнительном питании обмотки добавочных полюсов по методу подпитки источник постоянного тока должен генерировать не весь ток обмотки добавочных полюсов, а только разность между током нагрузки, при котором производится отсчет, и токами в обмотке добавочных полюсов, соответствующими границам области безыскровой работы.

Определение зоны безыскровой коммутации следует производить при холостом ходе и токах короткого замыкания $^1/_4$, $^2/_4$, $^3/_4$, $^4/_4$ и $^5/_4$ от номинального. Опыт лучше всего начинать с холостого хода испытуемой машины без возбуждения.

При разомкнутой цепи короткого замыкания в обмотку добавочных полюсов подается питание произвольного напряжения. Ток питания следует постепенно увеличивать до тех пор, пока не будет замечено появление едва заметного искрения под сбегающими краями щеток. После этого питание снижается до нуля, направление его изменяется на обратное посредством переключения возбуждения и снова таким же способом устанавливается граница искрения. Токи, соответствующие обеим границам искрения при холостом ходе, должны быть по абсолютной величине примерно равны друг другу. В противном случае надо искать ненормальность в щеточном аппарате машины. Затем все операции по-

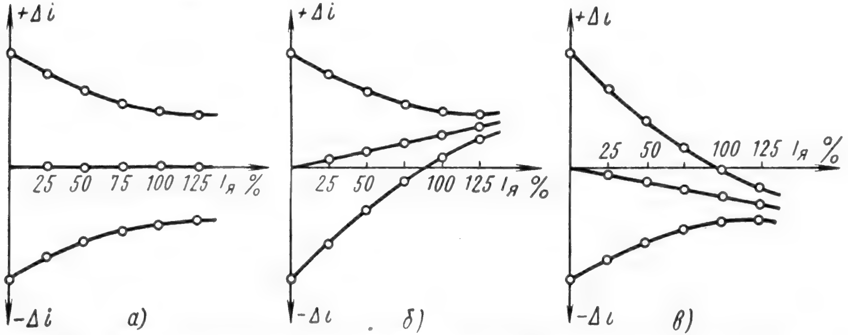


Рис. 180. Графическое изображение области безыскровой коммутации

вторяются при токах короткого замыкания. Если в процессе подъема тока окажется, что искрение склонно усиливаться, нужно изменить ток дополнительного питания, не давая искрению развиваться.

При построении кривых подпитки (рис. 180) на горизонтальной оси откладывают ток якоря, на вертикальной оси вверх — ток положительной подпитки в процентах от номинального тока машины, на вертикальной оси вниз — ток отрицательной подпитки.

Чем шире зона коммутации, тем устойчивее работает машина. Чтобы безыскровая коммутация была наиболее устойчивой при всех нагрузках, необходимо, чтобы ток подпитки в дополнительных полюсах изменялся по прямой линии, проходящей по середине безыскровой зоны. В случае хорошей коммутации середина зоны совпадает с горизонтальной осью, т. е. ток подпитки должен равняться нулю (рис. 180, *а*). Случаи, показанные на рис. 180, *б* и *в*, относятся соответственно к положительной и отрицательной подпиткам: при положительной подпитке средняя линия идет выше горизонтальной оси, а при отрицательной — ниже. Таким образом, в случае положительной подпитки поле добавочных полюсов слабо и его необходимо усилить, а при отрицательной, наоборот, слишком сильно́ и его необходимо ослабить.

Границы безыскровой зоны при насыщенных добавочных полюсах (когда нет пропорциональности между током нагрузки и си-

лой поля добавочных полюсов) с увеличением нагрузки сильно загибаются кверху в соответствии с конфигурацией кривой намагничивания дополнительных полюсов. Наличие насыщения добавочных полюсов относится к конструктивному дефекту машины. Наиболее удобным способом регулирования добавочных полюсов является изменение величины воздушного зазора посредством прокладок между их сердечниками и ярмом. Чем меньше зазор, тем сильнее становятся добавочные полюса и наоборот. Величину зазора приходится подбирать путем последовательных приближений.

НАИБОЛЕЕ ЧАСТЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ И ГЕНЕРАТОРОВ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Неисправность	Причина неисправности	Способ устранения
Чрезмерное искрение под щетками	Щетки установлены не на нейтрали	Установить щетки на нейтрали.
	На коллекторе установлены щетки разных марок, щетки сильно сработались или еще не пришлифованы.	Заменить щетки новыми необходимой марки и приработать при малой нагрузке.
	Недостаточное нажатие пружин, слабо закреплены щеткодержатели или траверсы.	Отрегулировать нормальное прижатие щеток путем смены неисправных пружин или щеткодержателей и траверсы.
	Щетки заедают в гнездах щеткодержателей.	Устранить заедание щеток.
	Коллектор шероховат, некругл, нечист, выступает миканит между коллекторными пластинками.	Произвести зачистку, подрезать миканит, прошлифовать или обточить коллектор.
	Выступают коллекторные пластины, коллектор расшатан.	Подтянуть коллекторные болты, затем нагреть коллектор до 100—110° C, снова подтянуть и обточить.
	Неправильна полярность главных и дополнительных полюсов.	Произвести проверку правильности соединения выводных концов обмоток и правильно установить полярность.
	Слабо закреплены полюсы.	Затянуть болты полюсов.
	Неравномерен зазор между якорем и полюсами.	Зазоры сверить с номинальными данными, указанными в протоколе заводских испытаний.
	Перегрузка	Устранить перегрузку.
	Происходит короткое замыкание катушек на корпус или бандаж, а также замыкание между витками и секциями; неправильно соединены секции с коллектором или между собой	Выявить и устранить неисправности. Все витки бандажной проволоки должны плотно сидеть на обмотке и быть хорошо припаяны. Пазовые клинья должны плотно сидеть в пазу

Продолжение

Неисправность	Причина неисправности	Способ устранения
Быстрый износ, дрожание и шум щеток	Неудовлетворительна поверхность коллектора. Размер щеток не соответствует щеткодержателю. Слабо закреплены траверсы. Слабо затянуты коллекторы. Щетки имеют неровную контактную поверхность (обломаны или обгорели края)	Коллектор очистить от грязи или прошлифовать. Заменить щетки, устранить их слабую посадку. Закрепить траверсы. Подтянуть коллекторные болты. Установить щеткодержатели строго по радиусу коллектора и закрепить болты щеткодержателей, проверить нажатие пружин щеток
Чрезмерный нагрев катушек возбуждения	Чрезмерна нагрузка. Неравномерен зазор и неравномерно положение полюсов. Витковое замыкание катушек. Нарушен контакт в местах пайки обмоток. Неправильно соединены катушки главных или дополнительных полюсов	Устранить перегрузку. Выровнять зазоры под главными и добавочными полюсами. Устранить замыкание и заменить катушку. Перепаять обмотки. Катушки главных или дополнительных полюсов должны быть соединены в соответствии с монтажной схемой
Чрезмерный нагрев коллектора	Велика нагрузка. Засорены вентиляционные отверстия. Слишком высоко отношение контактных площадей щеток к поверхности коллектора. Неправильное нажатие щеток. Слишком тверды щетки	Устранить перегрузку. Очистить вентиляционные отверстия. Проверить и установить нужные размеры щеток по ширине. Установить нормальное нажатие щеток. Заменить щетками необходимых марок
Чрезмерный нагрев щеток	Неудовлетворительна поверхность коллектора. Велика нагрузка. В щетке имеются вкрапления меди. Имеются свежие задиры на поверхности коллектора. Слишком высоко переходное сопротивление щеток. Неверно отрегулированы дополнительные полюсы. Щетки не обладают свойством образовывать пленку на коллекторе	Коллектор очистить или прошлифовать. Устранить перегрузку. Заменить щетки. Коллектор прошлифовать или обточить. Устранить плохой контакт между телом щетки и ее арматурой. Проверить правильность соединения и отрегулировать. Щетки заменить новыми необходимой марки

НАСТРОЙКА КОММУТАЦИИ ГЕНЕРАТОРОВ ПОВОРОТА ТИПА ПЭ-1000 И ПЭМ-1000

Электрические двигатели постоянного тока с шунтовым и независимым возбуждением не могут работать параллельно на один механизм без специальной настройки, обеспечивающей приблизительное равенство токов нагрузки двигателей. Как показал опыт эксплуатации, основной причиной нарушения условий коммутации генераторов ПЭ-1000 и ПЭМ-1000 является неизбежная при параллельной работе двигателей независимого возбуждения разность токов нагрузки. Причиной неравенства токов нагрузки является несовпадение механических характеристик двигателей:

$$n_1 = \frac{U_1}{c_e \Phi_1} - \frac{r_{a1}}{c_e \Phi_1} I_{a1};$$

$$n_2 = \frac{U_1}{c_e \Phi_2} - \frac{r_{a2}}{c_e \Phi_2} I_{a2},$$

где c_e — конструктивный коэффициент двигателя.

Как видно из аналитических выражений механических характеристик двигателей, разница токов нагрузки может возникнуть по следующим причинам.

1. $r_{a_1} \neq r_{a_2}$ — активные сопротивления главных цепей не равны между собой. При равенстве всех других величин разность токов определяется из уравнения

$$\Delta I' = I_1 - I_2 = I_2 \frac{r_{a1} - r_{a2}}{r_{a2}}$$

или в процентах

$$\Delta I = \frac{\Delta I'}{I_2} = \frac{r_{a1} - r_{a2}}{r_{a2}} = \text{const} \text{ при } I_2 = \text{var}.$$

Таким образом, разность токов зависит линейно от величины нагрузки.

2. $\Phi_1 \neq \Phi_2$ — неравенство магнитных потоков двигателей. Предполагая, что во всех режимах работы приблизительно сохраняется соотношение $\frac{\Phi_1}{\Phi_2} = f$, разность токов можно записать в виде

$$\Delta I' = I_1 - I_2 = \frac{U}{r_a}(1 - f) - I_2(1 - f);$$

$$\Delta I = \frac{U}{r_a I_2}(1 - f) - (1 - f).$$

Разность токов, вызванная неравенством магнитных потоков двигателей, линейно увеличивается с ростом подведенного напряжения и уменьшается с ростом нагрузки. Разность токов двига-

телей в данном случае легко устранить, подстраивая соответствующим образом токи возбуждения двигателей.

3. $U_1 \neq U_2$. При параллельном включении двигателей напряжения U_1 и U_2 могут быть неодинаковы, например, из-за различия воздушных зазоров под главными полюсами генератора. Разность токов в этом случае определяется выражением

$$\Delta I' = \frac{U_1 - U_2}{r_a}.$$

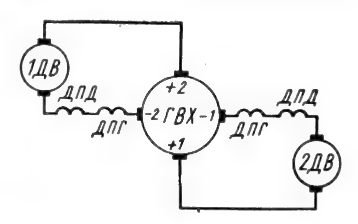


Рис. 181. Схема соединения генератора ПЭ-1000 (ПЭМ-1000) с двигателями ДВП-52

Изложенные некоторые причины неравенства токов нагрузки показывают, что непосредственное параллельное питание двигателей с независимым возбуждением, работающих параллельно на один механизм, при отсутствии специальных мер для выравнивания нагрузки между двигателями невозможно. Поэтому в приводе механизма поворота экскаваторов ЭКГ-4,6А раннего выпуска применялось раздельное питание двигателей поворота от одного генератора, рассчитанное на выравнивание нагрузки между двигателями (рис. 181). Однако, как показал опыт эксплуатации, всегда существует между ними какая-то разница.

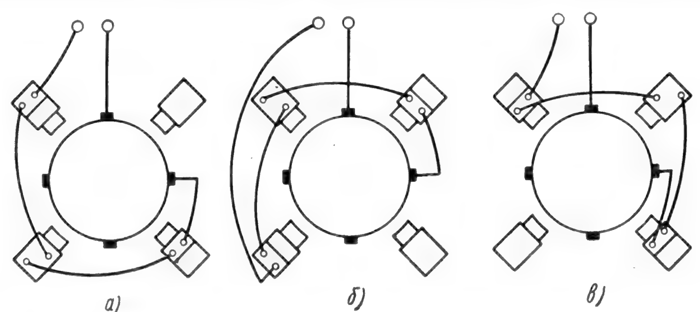


Рис. 182. Принципиальные схемы соединения обмоток добавочных полюсов

В связи с раздельной схемой питания электродвигателей генератором ПЭ-1000 и ПЭМ-1000 имеются особенности в исполнении обмотки якоря и схемы добавочных полюсов. Обмотка якоря — простая петлевая, но без уравнительных соединений. Обмотка добавочных полюсов разделена между главными цепями генератора на две части, каждая из которых состоит из целой катушки и двух половинок, размещенных на двух диаметрально расположенных полюсах.

При таком разделении обмотки добавочных полюсов существует возможность соединения ее по трем схемам (рис. 182).

На рисунке показано соединение только одной ветви. Схемы *а* и *б* включения добавочных полюсов применялись Харьковским электромеханическим заводом, а схема *в* предложена заводом «Уралэлектроаппарат» и, как наиболее рациональная, принята на серийных генераторах ПЭМ-1000.

Не останавливаясь на обычных мероприятиях по улучшению условий коммутации, хорошо известных в эксплуатации (установка траверсы в нейтраль, приработка щеток, равномерная разбивка бракетов по коллектору, регулирование нажатия на щетки бракетов и т. д.), которые проводятся на любой плохо коммутирующей машине постоянного тока и с которых необходимо начинать наладку на генераторах ПЭ-1000 и ПЭМ-1000, рассмотрим работы, связанные со спецификой данных генераторов.

Нарушение условий коммутации в генераторах ПЭ-1000 и ПЭМ-1000, как и во всех машинах постоянного тока, проявляется в наличии сильного искрения во время работы, особенно в стопорных режимах, и в быстром подгорании коллектора, который при этом приходится довольно часто протачивать. Если приведение в порядок щеточного аппарата и коллектора и выполнение обычных мероприятий по наладке коммутации (из которых особое внимание надо обратить на выравнивание напряжения между бракетами на холостом ходу с помощью воздушных зазоров под главными полюсами) не приводят к улучшению работы машины, то в этом случае можно рекомендовать следующий порядок проведения дальнейших работ в этом направлении.

Снятие зоны безыскровой коммутации машин постоянного тока, как уже говорилось ранее, позволит судить, насколько правильно выбраны зазоры под добавочными полюсами. Однако при снятии зоны безыскровой коммутации специальных генераторов следует иметь в виду некоторые особенности, связанные с проведением этой работы в условиях эксплуатации.

Подпитка добавочных полюсов осуществляется с помощью двух обмоток, наложенных на добавочные полюса с неразделенными катушками. Для этого необходимо намотать на указанные полюса примерно по 10—15 витков провода сечением 6 $мм^2$. Намотанные дополнительные катушки соединяются последовательно и питаются от генератора ПЭМ-2000. При этом электродвигатель подъема отключается. Для плавного регулирования удобнее питание шунтовой обмотки генератора ПЭМ-2000 от возбудителя собственных нужд по потенциометрической схеме.

Учитывая, что генератор ПЭМ-2000 во время снятия зоны безыскровой коммутации работает в режиме, близком к короткому замыканию (сопротивление добавочных обмоток на добавочных полюсах мало́), необходимо для устойчивости работы сдвинуть его траверсу примерно на 15—20 *мм* в сторону вращения. Для получения плавного регулирования нагрузки генератора ПЭМ-1000 можно питать его независимую обмотку возбуждения от возбу-

дителя собственных нужд также по потенциометрической схеме. Для обеих этих схем потребуется два реостата на 100 *ом* и 5 *а* каждый, которые используются в качестве потенциометра.

При снятии зоны безыскровой коммутации траверса генератора поворота должна быть установлена строго в нейтральное положение с небольшой нагрузкой. Для этого нужно вместо двигателей поворота подключить к выходным зажимам генератора ПЭМ-1000 два сопротивления примерно по 0,4 *ом* с длительно допустимым током 150—200 *а*. Для этой цели можно использовать восемь ящиков фехралевых сопротивлений типа КФ-22 на 0,385 *ом* с длительно допустимым током 100 *а* каждый. Перед началом наладки необходимо проверить согласованность включения обмоток подпитки на добавочных полюсах. Для этого нужно дать небольшой ток подпитки и на холостом ходу генератора с помощью железной проволоки, подвешенной на нитке, убедиться в том, что добавочные полюса с подпитывающими обмотками имеют одинаковую полярность. После этого необходимо нагрузить генератор примерно до номинального тока и проверить величины токов в нагрузочных сопротивлениях. При наличии разницы между ними выровнять их с помощью изменения соответствующего сопротивления. После проведения этих подготовительных работ можно приступить к снятию зоны безыскровой коммутации.

Учитывая особенности рассматриваемого генератора, рекомендуется снимать зону безыскровой коммутации по каждому бракету в отдельности. Это позволяет настроить каждый добавочный полюс и выбрать под ним оптимальный воздушный зазор. В результате такого подбора зазора под добавочными полюсами обычно удается получить общую зону безыскровой коммутации до токов 2,5 $I_н$. С точки зрения затраты времени и удобства этот метод снятия зоны безыскровой коммутации в условиях экскаватора также является предпочтительным.

Порядок снятия зон безыскровой коммутации и использование их для выбора зазоров под добавочными полюсами приведен ранее.

После установки оптимальных зазоров под добавочными полюсами и получения хорошей симметричной зоны безыскровой коммутации до токов, близких к стопорным, можно считать, что машина способна надежно работать в нормальных условиях, т. е. при наличии незначительной разности токов нагрузки в параллельных ветвях обмотки якоря. Поэтому, если подобная настройка не дает результатов и коммутация генератора во время работы экскаватора остается неудовлетворительной, можно с уверенностью заключить, что причиной этого является недопустимо большая разность токов в параллельных ветвях обмотки якоря, определяемая в основном характеристиками двигателей поворота. В этом случае в качестве очередного мероприятия по наладке коммутации рекомендуется схема, предложенная заводом «Урал-

электроаппарат», как наиболее удачная для соединения добавочных полюсов.

Экспериментальные данные показывают, что соединение добавочных полюсов по рекомендованной схеме, хотя и несколько снижает выравнивающую способность генератора, в целом улучшает условия коммутации и приводит к значительному удлинению зоны безыскровой работы машины, особенно на генераторах, имеющих противокомпаундную обмотку. Поэтому переход на предложенную схему соединения добавочных полюсов в ряде случаев может явиться решающей мерой при наладке коммутации генератора.

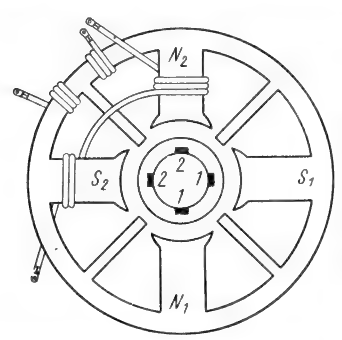


Рис. 183. Расположение выравнивающих обмоток на станине и на главных полюсах

Практически для перехода от одной схемы соединения добавочных полюсов к другой нужно иметь четыре перемычки провода длиной 80 *см*, сечением 35 *мм*^{2}, с помощью которых производятся переключения на траверсе генератора. В условиях эксплуатации это делается очень быстро и не представляет никаких трудностей.

В тех случаях, когда разность токов в параллельных ветвях обмотки якоря довольно большая и переход на предполагаемую схему соединения добавочных полюсов не является достаточной мерой для получения хорошей коммутации, рекомендуется применить дополнительную выравнивающую обмотку. Использование этой обмотки позволяет сохранить выравнивающее действие генератора, что является благоприятным фактором для работы двигателей, и выравнивать токи нагрузки, не ухудшая при этом условия коммутации, как это имело место по первым схемам. Выравнивающее действие генератора основано главным образом на коммутационных реакциях якоря. Определение числа витков выравнивающей обмотки и направления тока в ней производится в следующем порядке.

На станину генератора (рис. 183) укладывается 5—7 витков дополнительной обмотки, которая включается на траверсе генератора последовательно в цепь одного из двигателей поворота. Производится осциллографирование токов нагрузки при поворотах экскаватора.

После этого включение выравнивающей обмотки меняется на обратное (ток по ней пропускается в обратном направлении) и снова осциллографируются токи нагрузки. В таком же порядке опыт повторяется с числом витков от 5—7 до 1. По полученным осциллограммам выбирают оптимальное число витков выравнивающей обмотки и направление тока в ней.

В том случае, когда дополнительная выравнивающая обмотка не может обеспечить плавного регулирования выравнивающего действия генератора, рекомендуется для улучшения условий коммутации настроить генератор на эту небольшую разность нагрузок с помощью изменения воздушных зазоров под добавочными полюсами. Такую настройку можно производить и без применения выравнивающей обмотки при небольших разностях токов.

Изменением схемы соединения добавочных полюсов и настройки воздушных зазоров под ними с одновременной установкой траверсы в нейтральное положение после переключения полюсов, как правило, позволяет резко улучшить коммутацию машины и ликвидировать подгорание коллектора.

Глава XIII

НЕКОТОРЫЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Одно из основных требований по технике безопасности заключается в том, чтобы все части электрооборудования, находящиеся под напряжением, были закрыты и к ним нельзя было прикасаться. Поэтому все высоковольтные аппараты и аппаратура управления на экскаваторах смонтированы в специальных защитных высоковольтных распределительных устройствах, магнитных станциях и пультах управления. Камеру или кожух высоковольтного токоприемника и вводного ящика закрывают специальным запором

Категорически запрещается открывать камеру или кожух высоковольтного токоприемника или вводного ящика экскаватора, если они находятся под напряжением. Для их осмотра или ремонта необходимо отключить напряжение на подстанции или распределительном пункте, питающем экскаватор. На рукоятки приводов масляного выключателя и разъединителя нужно повесить плакаты «Не включать — работают люди» и наложить переносное заземление. После отключения высокого напряжения открывают вводный ящик и проверяют отсутствие напряжения, а затем на ящике ставят переносное заземление.

Для защиты от механических повреждений провода прокладывают в металлических шлангах, высоковольтные кабели — в металлических трубах.

Наконечники заземляющих жил в вводном ящике и высоковольтной камере присоединяют (каждый в отдельности) болтами к бонкам заземления. Корпуса генераторов пятимашинного агрегата двигателей постоянного и переменного тока, высоковольтного ящика, а также кожух силового трансформатора должны быть надежно заземлены и соединены с поворотной платформой. Масляный выключатель заземляют при помощи специальных болтов, укрепленных на баке и обозначенных знаком «Заземление». Обязательному заземлению подлежат также металлические шланги с проводами для питания электродвигателей переменного и постоянного тока и для освещения.

Количество масла в масляном выключателе должно быть на уровне риски маслоуказательного стекла. Переливать или не доливать масло не разрешается! При отсутствии масла в маслоуказательной трубке пользоваться масляным выключателем не разрешается. В этом случае необходимо обесточить экскаватор с подстанции или распределительного пункта и долить масло до нужного уровня.

Площадка для обслуживания высоковольтного распределительного устройства должна быть покрыта резиновым ковриком. Закреплять этот коврик нужно аккуратно, без нарушения его электрической прочности.

Во избежание обрыва фаз высоковольтного кабеля и выдергивания кабеля из наконечников при выходе его из трубы нижней рамы нужно обязательно наложить на выводной ящик специальную предохранительную сетку. Один конец ее прикрепляют к опорной раме. При передвижении экскаватора кабель должен иметь запас с тем, чтобы исключить его натяжение.

Включать токоприемники и шунты в цепь и присоединять прибор к шунтам можно только при выключенном токе.

При эксплуатации экскаватора должно быть обращено внимание на хорошее состояние светильников внутреннего и наружного освещения. Хорошая освещенность экскаватора и забоя повышает производительность машины, сокращает возможность получения случайных травм и поломок механизмов.

Наложение переносных заземлений, осмотр масляного выключателя и трансформатора, взятие проб и заливка масла должны производиться согласно правилам техники безопасности.

Все проходы для обслуживания электрооборудования должны быть свободны.

Персонал, обслуживающий электротехнические установки экскаватора, должен знать «Правила техники безопасности при эксплуатации электротехнических установок промышленных предприятий», а также «Правила технической эксплуатации электроустановок промышленных предприятий».

Глава XIV

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ЭКСКАВАТОРОВ ЭКГ-4

Опыт эксплуатации экскаватора ЭКГ-4 с силовыми магнитными усилителями показывает, что машины, оборудованные этой системой управления, имеют по сравнению с ранее применявшейся системой ТГ—Д производительность на 15—25% выше с одновременным увеличением долговечности электрического и механического оборудования. Это объясняется следующими причинами.

Коэффициент заполнения механической характеристики при новой системе управления составляет от 0,85 до 0,9, тогда как в системе управления ТГ—Д он составляет не более 0,7. Таким образом, новая система управления с магнитными усилителями обеспечивает более высокие средние рабочие скорости главных приводов при сохранении максимальных статических моментов его механизмов без усиления механической части. При новой системе управления за счет быстрого протекания переходных процессов и малого расхождения динамических и статических характеристик снижаются напряжения в механических частях.

Увеличение производительности на новых машинах достигается за счет увеличения емкости ковша с 4 до 4,6 $м^3$, а на экскаваторах более раннего выпуска — за счет сокращения времени цикла экскавации. Учитывая значительный экономический эффект в народном хозяйстве от внедрения новой системы управления, экскаваторы Уралмашзавода, не имеющие этой системы, переоборудуются с установкой управления от магнитных усилителей.

Вопрос переоборудования решается каждым предприятием самостоятельно, в зависимости от имеющихся запасных комплектов генераторов, двигателей, станций управления.

Можно рекомендовать два способа модернизации электрооборудования экскаватора: 1) с использованием обмоток возбуждения трехобмоточных генераторов; 2) с заменой комплекта генераторов и частичной заменой двигателей главных приводов.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ЭКСКАВАТОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБМОТОК ВОЗБУЖДЕНИЯ ТРЕХОБМОТОЧНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ

Перемонтаж электрооборудования желательно производить во время ремонта экскаватора нижеописанным способом.

1. Переключение обмоток возбуждения генераторов и двигателей (рис. 103—105 и 184—185).

а) Противокомпаундные (сериесные) обмотки возбуждения генераторов исключают из электрической схемы. Выводной конец

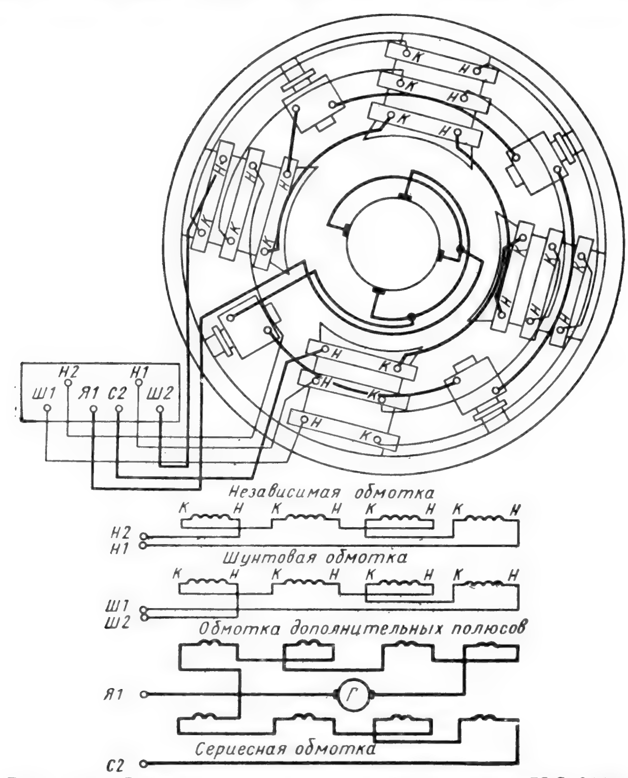


Рис. 184. Схема соединений генератора типа ПЭО-2000 и ПЭ-400 после переключения обмотки возбуждения

с маркировкой *С2* внутри генератора переключают на конец *Д2* обмотки добавочных полюсов; в случае недостаточной его длины он заменяется новым проводом аналогичного сечения.

Для увеличения крутизны наклона спадающей части экскаваторной характеристики электроприводов напора и поворота желательно переключить обмотки дополнительных полюсов электродвигателей напора и правого поворотного по одну сторону от

коллектора якоря (см. рис. 103—105). Для отбора падения напряжения, питающего узел токовой отсечки, необходимо у генераторов и двигателей с клеммы *Я2—Д1* вывести по одному концу провода ПРГ-500 сечением 6—10 *мм*², за исключением правого поворотного двигателя, у которого сечение дополнительного вывода должно быть 50 *мм*². У генераторов все выводные концы прокла-

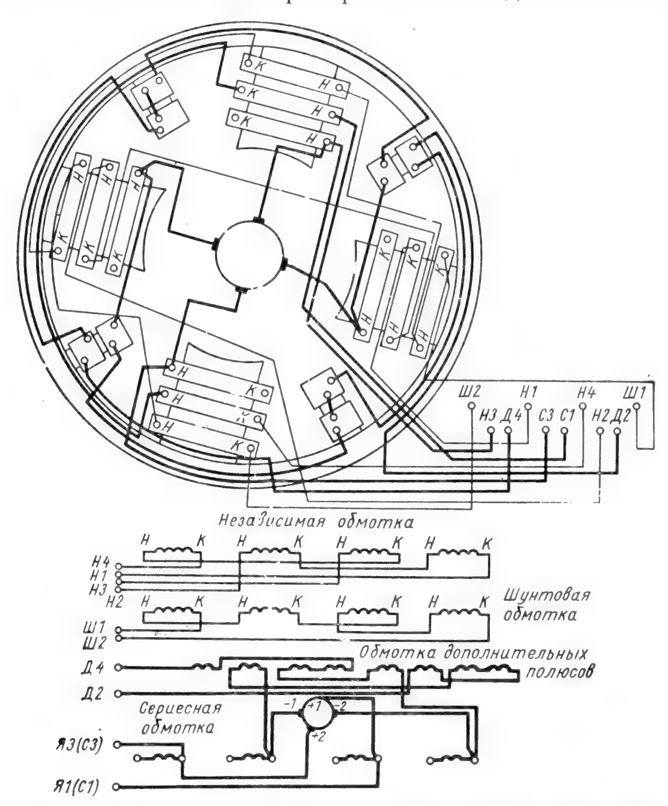


Рис. 185. Схема соединений генератора ПЭ-1000 после переключения обмотки возбуждения

дывают через имеющиеся в станине отверстия, а у электродвигателей напора и правого поворотного необходимо просверлить по одному отверстию соответствующего диаметра и поставить изолирующую втулку. У двигателя подъема дополнительный выводной конец с маркировкой *40* подключают к одной из переходных наружных перемычек согласно рис. 105.

б) Обмотки параллельного возбуждения в генераторах остаются без переключений и включаются в схему согласно чертежу.

в) Обмотки независимого возбуждения оставляют на своих местах, но пересоединяют в две одинаковые ветви по два противо

положных полюса в каждой ветви с сохранением прежней полярности (рис. 184 и 185). Пересоединение производят проводом ПРГ-500 сечением 6—10 *мм*². Концы провода лудят, а контактные втулки катушек для обеспечения хорошего контакта тщательно очищают внутри от окиси и пыли. Обе ветви полуобмоток совместно с балластными сопротивлениями включают в качестве нагрузки в мостовую схему блока ПДД-1,5В.

Наладочные данные модернизируемого экскаватора на четвертом положении командоконтроллера представлены в табл. 24.

2. Приспособление и установка станции управления типа ПГА 4402—42Г1 и пульта управления типа ЯУА113-11. Станция управления типа ПГА устанавливается на экскаватор взамен магнитного контроллера типа ПЭ (каталожный № 12771). Необходимо обратить внимание на строго вертикальную установку станции с тем, чтобы обеспечить плотное закрывание дверей шкафа, особенно с наружной стороны. Блоки сопротивлений типа БГА устанавливают на боковой стенке кузова рядом со шкафом станции управления. Взамен имеющегося пульта управления в кабине машиниста устанавливают пульт типа ЯУА113-11. Пульт ЯУА можно установить на существующей стойке из трубы, вырезав предварительно в дне пульта отверстие для прохода проводов.

3. Перестановка командоконтроллеров. Щеточные командоконтроллеры серии К-1000 ввиду малого значения номинального тока ($i_н = 200$ *ма*) не могут обеспечивать нормальную коммутацию тока задающей обмотки ($i_н = 400 \div 500$ *ма*). Кроме этого, недостатком указанных командоконтроллеров является надежность щеточного контакта, быстрый износ щеток и, следовательно, необходимость постоянного контроля за их состоянием и частая замена. По этим причинам щеточные командоконтроллеры заменяют на кулачковые командоконтроллеры серии 8200 (подъем ЭК-8209, напор ЭК-8203, поворот ЭК-8252). При замене необходимо проверить правильность соединения секции *К6* каждого командоконтроллера. В командоконтроллере подъема секция *К6* соединяется последовательно с катушкой контактора *ПП* ослабления поля двигателя подъема, причем контакты секции *К6* должны быть замкнуты на всех положениях, кроме IV положения на спуск. У командоконтроллеров напора и поворота секция *К6* должна быть использована для нулевой блокировки линейного контактора *Л*, исключающей начало работы указанных приводов, если командоконтроллеры установлены на нулевом положении.

4. Установка автомата магнитных усилителей. Автомат магнитных усилителей предназначен для подключения и защиты от коротких замыканий и включается на линейное напряжение 220 *в* после общего автомата. В целях предупреждения аварийного режима работы электроприводов при внезапно отключившемся автомате магнитных усилителей, автомат должен быть сблокирован с катушкой *ВМ* минимального напряжения масляного выклю-

чателя, для чего необходимо один питающий катушку провод переключить на одну из выходных клемм автомата магнитных усилителей. В остальном схема вспомогательных приводов и освещения может оставаться прежней.

5. Схема внешних соединений выполняется в соответствии с рис. 147—150. В зависимости от состояния изоляции электропроводки либо заменяется весь провод, либо прокладываются только дополнительные провода.

6. Перевод электрооборудования на систему Г—Д с управлением от магнитных усилителей с использованием трехобмоточных генераторов позволяет:

а) ускорить перевод ранее выпущенных экскаваторов на магнитную автоматику; этот перевод часто задерживался из-за отсутствия специальных катушек возбуждения;

б) значительно сократить срок перемонтажа и выполнять его без длительной остановки экскаватора;

в) рационально использовать запас катушек трехобмоточных генераторов, имеющихся на рудниках и карьерах;

г) удешевить модернизацию.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ЭКСКАВАТОРА С ЗАМЕНОЙ КОМПЛЕКТА ГЕНЕРАТОРОВ И ЧАСТИЧНОЙ ЗАМЕНОЙ ДВИГАТЕЛЕЙ ГЛАВНЫХ ПРИВОДОВ

Недостатком изложенного выше способа модернизации экскаваторов с использованием трехобмоточных генераторов является применение в системе управления приводом поворота параллельного соединения генератора и двух двигателей. Такое соединение влечет неравномерное распределение нагрузки между двигателями, приводящее к повышенному искрению под щетками, быстрому износу коллектора генератора и неудовлетворительной работе редукторов поворота из-за частых поломок шестерен.

Указанных недостатков можно избежать, проведя модернизацию по второму способу, который, несмотря на некоторое удорожание работ, значительно увеличивает экономический эффект использования экскаваторов за счет сокращения простоев (происходивших по причине выхода из строя механической и электрической частей привода поворота) и сокращения времени на обслуживание контакторной аппаратуры ввиду ее значительного уменьшения.

По второму способу модернизации целесообразно:

1. Полностью заменить агрегат с трехобмоточными генераторами на агрегат с генераторами типа ПЭМ (специально выпускаемыми для возбуждения от магнитных усилителей) и генератором поворота типа ПЭМ-1000, предназначенным для последовательного соединения двигателей поворота.

2. Заменить комплект двигателей поворота на новый типа ДПВ-52, 306 *в*.

3. Заменить магнитный контроллер типа ПЭ (каталожный № 12771) на станцию управления типа ПГА 4402-42И1 и имеющийся пульт на пульт типа ЯУА113-32. Указанные типы станции и пульта предназначены для управления приводом поворота с последовательным соединением двигателей поворота.

Желательно заменить старое распределительное устройство типа 2КВЭ-6 на новое типа 2КВЭ-6М. Последнее имеет меньшие габариты и более усовершенствованную коммутирующую аппаратуру.

В остальном модернизация электрооборудования экскаватора по этому способу не отличается от изложенной выше.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица 1

Перечень материалов и запасных частей, поставляемых с экскаватором

Наименование	№ чертежа	Число	Вес в *кг*	
			1 шт.	общий
Сталинит 5×380×610 (ГОСТ 5727—57)	1019.86.03	2	2,77	5,54
Сталинит 5×380×610 (ГОСТ 5727—57)	1019.86.07	2	2,75	5,5
Сталинит 5×600×1155 (ГОСТ 5727—57)	1019.86.19	1	8,3	8,3
Сталинит 5×262×1155 (ГОСТ 5727—57)	1019.86.21	1	3,6	3,6
Сталинит 5×530×1155 (ГОСТ 5727—57)	1019.86.51	1	7,3	7,3
Профиль резиновый (НТ-106) l = 18 000 *мм*	1019.86.22	1	9,45	9,45
Профиль резиновый (ПР-2) l = 18 000 *мм*	1014.96.89	1	1,15	1,15
Масленка МВ-$^3/_8$″	—	15	0,052	0,78
Зуб ковша	1041.01.01	5	130	650
Рейка рукояти	1036.02.03	14	50	700
Палец звена	1014.90.02	4	2,3	9,2
Шестерня моторная	1009.03.202-2	1	17,5	17,5
» кремальерная	1014.53.211-2	4	125	500
Диск	1001.09.369	4	2,7	10,8
Вал-шестерня	1041.11.04	2	30	60
Шестерня моторная	1041.11.05	2	7,6	15,2
Звено гусеничное	1001.38.01-1	2	173	346
Насос Г11-22	—	1	6,2	6,2
Засов днища ковша	1041.01.106	2	84	168
Манжета 200 (ГОСТ 6678—53)	—	1	0,12	0,12
» 10/30	1001.20.268	1	0,004	0,004
Манжета 45×65 (ГОСТ 6969—54)	—	2	0,015	0,03
Воротник 60×36	—	2	0,011	0,022
Манжета 50	5005.17.14	3	0,01	0,03
» 80 (ГОСТ 6678—53)	—	3	0,018	0,054
» НР190 Н2602	—	1	0,166	0,166
» Р260 Н2601	—	1	0,208	0,208
» НР120 Н2602	—	1	0,077	0,077
» НР220 Н2602	—	2	—	—
Диск	1001.05.265	3	1,45	4,35
Кольцо СП 197-168-12	0.04570	2	0,04	0,08
» СП 242-220-14	0.04571	2	0,045	0,09

Таблица 2

Перечень инструмента, прилагаемого к экскаватору

Наименование	№ чертежа	Число	Вес в *кг*	
			1 шт.	общий
Ключ 8—10	—	2	0,026	0,052
» 12—14	—	2	0,052	0,104
» 17—19	—	2	0,12	0,24
» 22—24	—	2	0,22	0,44
» 27—30	—	2	0,39	0,78
» 32—36	—	2	0,6	1,2
» 36—41	—	2	0,73	1,46
» 46—50	—	2	1,3	2,6
» 55	—	2	1,3	2,6
» 65	—	2	2,0	4,0
» 75	—	2	3,1	6,2
» торцовый 14	08314.04	1	0,26	0,26
» » 17	08314.05	1	0,37	0,37
» » 27	08314.09	1	0,85	0,85
» » 32	08314.11	1	1,1	1,1
» » 22	08314.07	1	0,55	0,55
» 145	1014.67.01-1	1	9,6	9,6
» 85	135630	1	5,8	5,8
» 95	135631	1	8,2	8,2
» 110	135632	1	12,8	12,8
» специальный 130	1041.17.01-1	1	8,0	8,0
» монтажный 17	08312.03	1	0,6	0,6
» » 22	08312.04	1	1,3	1,3
» 38—42 (ГОСТ 3106—62)	002516	1	0,13	0,13
» 55—62 (ГОСТ 3106—62)	002518	1	0,28	0,28
Ключ 100—110 (ГОСТ 3106—62)	002522	1	0,63	0,63
Ключ 150—160 (ГОСТ 3106—62)	002525	1	1,17	1,17
Ключ 165—170 (ГОСТ 3106—62)	002526	1	1,6	1,6
Ключ 180—195 (ГОСТ 3106—62)	002527	1	2,0	2,0
Ключ для труб ³/₄″—3″ (ОСТ НКТМ 6813—39)	002527	2	2,3	4,6
Крейцмейсель слесарный 15 (ГОСТ 7212—54)	—	2	0,3	0,6
Отвертка А200×1 (ГОСТ 5423—54)	—	2	0,7	1,4
Плоскогубцы 200 (ГОСТ 5547—52)	—	2	0,28	0,56
Бородок слесарный 6 (ГОСТ 7214—54)	08154.05	2	0,2	0,4
Шабер плоский двусторонний 20×400	08480.21	2	0,315	0,63
Кувалда 1212-0202	—	1	4,0	4,0
» медная 2	Э-98538	1	2,0	2,0
Тиски II-140 (ГОСТ 4045—57)	—	1	58,0	58,0

Наименование	№ чертежа	Число	Вес в *кг*	
			1 шт.	общий
Молоток АЧ 7850—0053 . . .	—	2	0,5	1,0
Таль червячная 3,2 (ГОСТ 1107—62)	—	1	69,3	69,3
Ключ торцовый 55	1014.67.03-1	1	5,0	5,0
» » 46	08314.13	1	2,75	2,75
» » 75	08314.16	1	2,75	2,75
» переходный	1014.67.05	1	1,23	1,23
Заводка резинового уплотнителя	9698500	1	0,15	0,15
Зубило слесарное 25	—	2	0,4	0,8

Таблица 3

Перечень подшипников и основных комплектующих изделий экскаватора

Наименование	№ чертежа	Число на одну машину
Стрела и напорный механизм . . .	1044.03.00 (1041.03.00-1)	1
Роликоподшипник 3634 (ГОСТ 5721—57)	—	4
Напорный механизм	1044.03.200 (1041.03.200-1)	1
Шарикоподшипник 134 (ГОСТ 8338—57)	—	2
Роликоподшипник 3624 (ГОСТ 5721—57)	—	2
Установка направляющих роликов	1014.53.100	1
Шарикоподшипник 206 (ГОСТ 8338—57)	—	4
Лебедка открывания ковша	1041.04.100-2	1
Шарикоподшипник 212 (ГОСТ 8338—57)	—	2
Шарикоподшипник 209 (ГОСТ 8338—57)	—	2
Редуктор ходового механизма . . .	1033.05.00	1
Роликоподшипник сферический 113618 (ГОСТ 5721—57)	—	1
Роликоподшипник сферический 113532 (ГОСТ 5721—57)	—	4
Роликоподшипник конический 7515 (ГОСТ 333—59)	—	2

Наименование	№ чертежа	Число на одну машину
Роликоподшипник сферический 3844 (ГОСТ 5721—57)	—	1
Роликоподшипник сферический 3618 (ГОСТ 5721—57)	—	1
Пневматическая система управления [1]	1041.14.00	1
Редукционный клапан Р7	30370	1
Манометр 16 *кгс/см*² № 1 ∅ 100 (ГОСТ 8625—65) [2]	—	1
Манометр 16 *кгс/см*² № 3 ∅ 100 (ГОСТ 8625—65)	—	1
Компрессор ЭК-4 [3]	—	1
Фильтр Э-116 тип 1 ФК [1]	101204	1
Обратный клапан $^1/_4''$ Э155 [1]	30400	1
Маслоотделитель № Э 120/т [3]	101274	1
Кран спускной $D_y = 15$; 10Б9вк[4]	—	1
Шарикоподшипник радиальный 209 (ГОСТ 8338—57)	—	2
Пневматический сигнал «Тифон»[5]	110сб-Б	1
Кран для пневматического сигнала «Тифон»	111сб-Б	1
Вентиль запорный $^3/_4''$ $D_y = 20$; 1548бр	—	2
Клапан предохранительный II ступени компрессора[6]	302-6-05-01	1
Вентиль запорный $D_y = 15$; 15кч18бр	—	1
Подъемная лебедка	1041.09.00	1
Роликоподшипник радиальный 42626 (ГОСТ 8328—57)	—	2
Роликоподшипник радиальный сферический двухрядный 3634 (ГОСТ 5721—57)	—	4
Роликоподшипник радиальный сферический двухрядный 3636 (ГОСТ 5721—57)	—	2
Редуктор поворота	1041.11.00-2	2
Шарикоподшипник 318 (ГОСТ 8338—57)	—	2
Роликоподшипник 3618 (ГОСТ 5721—57)	—	2
Роликоподшипник радиальный сферический двухрядный 3636 (ГОСТ 5721—57)	—	
Лебедка для подъема стрелы	1001.10.00-2	1
Шарикоподшипник упорный 808320 нестандартный	—	1

Продолжение табл. 3

Наименование	№ чертежа	Число на одну машину
Гидравлическая система управления механизма хода	1033.20.00-1 (1001.20.00-7)	1
Шестеренчатый насос БГ11-22 . . .	—	1
Сиденье машиниста, тип I[7]	10Н2201 243-65	1
» помощника машиниста . . .	10Н2201 243-65-020	1
Ходовой механизм	1041.05.00	1
Роликоподшипник конический двухрядный 2097740 (ГОСТ 6364—52)	—	1
Роликоподшипник радиальный сферический двухрядный 3536 (ГОСТ 5721—57)	—	1
Роликоподшипник радиальный сферический двухрядный 3630 (ГОСТ 5721—57)	—	1
Роликоподшипник радиальный сферический двухрядный 3626 (ГОСТ 5721—57)	—	1
Редуктор хода	1001.05.85-3	1
Роликоподшипник 7230 (ГОСТ 333—59)	—	2
Конический роликоподшипник 7721 нестандартный	—	2
Роликоподшипник 2317 (ГОСТ 8328—57)	—	1
Шарикоподшипник упорный 808320 нестандартный	—	1
Конический роликоподшипник 7218 (ГОСТ 333—59)	—	1
Роликоподшипник конический 7818 нестандартный	—	2

Заводы-поставщики:
[1] Рижский вагоностроительный
[2] Томский манометровый.
[3] Первомайский тормозной.
[4] Завод им. Лепси (г. Ленинград).
[5] Харьковский тепловозостроительный
[6] Мелитопольский компрессорный.
[7] Калининское учебно-производственное предприятие № 2.

Таблица 4

Перечень запасных частей, поставляемых к электродвигателям главных приводов экскаватора

Наименование	Каталожный №	Число
Двигатели ДПВ-52 и ДПЭ-52		
Катушка главного полюса	5ТД.526.075	1
» дополнительного полюса . .	5ТД.526.073	1
Щеткодержатель	5ТД.112.005.2тр	3
Щетка	5ТД.578.008	24
Пружина	8ТД.281.139тр	3
Шарикоподшипник	18224 нестандартный	1
Роликоподшипник	42616 (ГОСТ 8328—57)	1
»	3524 (ГОСТ 5721—51)	1

Продолжение табл. 4

Наименование	Каталожный №	Число
Двигатели ДП-12, ДПЭ-12 и ДПМ-12		
Катушка главного полюса	5ТД.526.130	1
» добавочного полюса . . .	5ТД.526.131	1
Щеткодержатель	5ТД.112.0132тр	2
Щетка	5ТД.578.018	12
Пружина	8ТД.281.173тр	2
Шарикоподшипник	307Ш (ГОСТ 8338—57)	2
Двигатели ДП-12, ДПЭ-52 и ДПВ-52		
Катушка якоря ДП-12	5ТД.524.038	25
» » ДПЭ-52	5ТД.524.024	35
Катушка якоря ДПВ-52	5ТД.524.009	35
Щетка к ДП-12	5ТД.578.017	8
» » ДПВ-52	5ТД.578.001.4	16
» » ДПЭ-52	5ТД.578.001.3	16
Запчасти к аппаратам АК-11Б, ЭК-8204, ЭК-8209, ЭК-8203, ЭК-8252	—	—
Запчасти к двигателю ДПЭ-82 и *токоприемнику К-5*	14579	—

Таблица 5

Перечень запасных частей, поставляемых к генераторам экскаватора

Наименование	Обозначение	Число
Генератор ПЭМ-400		
Секция якоря	6БХ602259	11
Катушка магнитная главная	5БХ526114	1
Щетка электрографическая ЭГ-71	НЩ206/20Х32	16
Щеткодержатель	НЩ4090 исп. 4	4
Катушка стабилизирующая	5БХ526113	1
Шарикоподшипник	314	1
Роликоподшипник	2318	1
Генератор МП542-1/2		
Щеткодержатель	5ВХ11203Н3	4
Щетка	НЩ206/16×25	16
Секции якоря	С101062	10
Катушка главного полюса	С17038	1
Генератор ПЭМ-1000		
Секция якоря	6БХ602231	12
Катушка главного полюса	5БХ526.158	1
» стабилизирующая	5БХ526.160	1
» ЭГ-71	НЩ206/20×32	12
Щеткодержатель	НЩ40908 исп. 4	3
Генератор ПЭМ-1000		
Секция якоря	6БХ602293	12
Катушки главного полюса:		
а) самовозбуждения	5ВХ526147	1
б) независимого возбуждения	5ВХ526148	1
в) » »	5ВХ526149	1
Катушка стабилизирующая	5БХ526111	1
Щетка марки ЭГ-71	НЩ206/20×32	12
Щеткодержатель	НЩ40908 исп. 4	3

Перечень заменяемых и ремонтируемых основных деталей и узлов экскаваторов ЭКГ-4,6Б и ЭКГ-4,6А

Узлы и детали	№ чертежа	Число деталей (комплектов)	Применение детали на экскаваторе		Заменяемая деталь	Деталь длительного срока службы
			ЭКГ-4,6Б	ЭКГ-4,6А		
Стрела и напорный механизм	1044.03.00	1	+			+
То же	1041.03.00-1	1		+		+
Головная часть стрелы	1014.53.01сб-1	1	+	+	+	
Ось	1014.53.45-1	1	+	+	+	
Блок 500	1014.53.46	4	+	+	+	
» головной	1001.03.02	2	+	+		+
Ось	1009.03.06-1	1	+	+	+	
Кольцо распорное	1014.53.02	1	+	+	+	
» »	1001.03.04	2	+	+	+	
Втулка (труба 194×20—20=220 ГОСТ 8732—58)	1014.53.44-2	1	+	+	+	
Кольцо распорное	1001.03.03	2	+	+	+	
Тяга	1014.53.51-2	2	+	+	+	
»	1014.53.20сб-5	2	+	+	+	
Окантовка бруса	1014.53.16сб-1	1	+	+	+	
Напорный механизм	1044.03.200	1	+		+	
» »	1041.03.200-1	1		+	+	
Шестерня моторная	1009.03.202-2	1	+	+	+	
Хомут	1014.53.201	4	+	+	+	
Шестерня кремальерная	1014.53.211-2	2	+	+	+	
Шайба	1014.53.209-1	2	+	+	+	
Вал напорный	1014.53.210-1	1	+	+	+	
Шайба	1014.53.212-2	2	+	+	+	
Втулка $235A_3 \times 270 \times 220$	1014.53.224-1	1	+	+	+	
Шайба	1014.53.232	1	+	+	+	
Шкив тормозной ∅ 355	1014.53.507-2	1	+	+	+	
Шайба	1014.53.226	1	+	+	+	
Полухомут	1014.53.227	2	+	+	+	
Колесо напорное	15.60612	1	+	+	+	
Шайба	1014.53.230	2	+	+	+	
Резина маслобензостойкая средней твердости марки Б4×255×510 (ГОСТ 7338—65)	1041.03.218	2	+	+	+	
Втулка	1014.53.219-1	1	+	+	+	
Промежуточный вал	1041.03.207сб	1	+	+	+	
Валик	1041.03.208	1	+	+	+	
Вал-шестерня	1009.03.246-1	1	+	+	+	
Шкив	1041.03.212	1	+	+	+	
Зубчатое колесо	1041.03.213-1	1	+	+	+	
Колодка фрикциона	1014.53.207сб	2	+	+	+	

Узлы и детали	№ чертежа	Число деталей (комплектов)	Применение детали на экскаваторе ЭКГ-4,6Б	Применение детали на экскаваторе ЭКГ-4,6А	Заменяемая деталь	Деталь длительного срока службы
Лента тормозная асбестовая тип А 90×8 (ГОСТ 1198—55) длина 586 *мм*	1001.03.139	2	+	+	+	
Колодка фрикциона	1041.03.222	2	+	+	+	
Седловой подшипник	1044.03.201сб-1	2	+			+
То же	1041.03.202сб	2		+		+
Корпус седлового подшипника	1044.03.202-1	2	+			+
То же	1041.03.203	2		+		+
Ползун	1036.03.205-1	2	+	+	+	
» боковой	1044.03.203	4	+		+	
»	1041.03.205	4		+	+	
Втулка	1014.53.216-2	2	+	+	+	
»	1001.03.277-1	2	+	+	+	
Корпус стрелы	1041.03.300	1	+	+		+
Плита напорного механизма	1014.53.430сб-1	1	+	+		+
Кожух напорного вала	1014.53.150сб	1	+	+		+
Пята	1014.53.602-3	2	+	+		+
Установка тормоза на двигателе напора	1014.53.510-1	1	+	+		+
Цилиндр	1014.93.12сб	1	+	+	+	
Манжета 80 (ГОСТ 6678—53)	Д-537	1	+	+	+	
Колодка	1014.93.15сб	2	+	+	+	
Лента тормозная асбестовая тип А 115×8 (ГОСТ 1198—55) длина 320 *мм*	—	2	+	+	+	
Каркас	1014.93.04сб-2	1	+	+		+
Установка направляющих роликов	1014.53.100	1	+	+		+
Ролик	1014.53.90сб	2	+	+	+	
»	1014.53.92	2	+	+	+	
Ось ролика	1014.53.93	2	+	+	+	
Стойка	1014.53.95сб	1	+	+		+
Кожух первой передачи	1014.53.255сб-3	1	+	+		+
Установка вентилятора на двигателе напора	1033.23.100	1	+		+	
То же	1014.73.100-3	1		+	+	
Вентилятор	1033.23.101сб	1	+		+	
»	1014.73.101сб-2	1		+	+	
Корпус вентилятора	1033.23.102	1	+		+	
» »	1014.73.106-5	1		+	+	
Рабочее колесо вентилятора	1033.23.103	1	+		+	
То же	№ 2-02-00	1		+	+	

Узлы и детали	№ чертежа	Число деталей (комплектов)	Применение детали на экскаваторе		Заменяемая деталь	Деталь длительного срока службы
			ЭКГ-4,6Б	ЭКГ-4,6А		
Ковш емкостью 4,6 м^3	1044.01.00	1	+			+
» » »	1041.01.00	1		+		+
Валик	1001.01.47-3	1	+	+	+	
Коромысло ковша . . .	1014.89.65-1	1	+	+		+
Палец	1014.89.67-1	2	+	+	+	
»	1001.01.45-2	4	+	+	+	
» ⌀ 75	1014.89.02	2	+	+	+	
Зуб ковша	1041.01.01	5	+	+	+	
Корпус ковша	1044.01.01сб	1	+			+
» »	1014.46.01сб-1	1		+		+
Втулка	1001.01.08-1	8	+	+	+	
Стенка ковша задняя	1044.01.03	1	+	+		+
» » »	1014.46-03-1	1		+		+
Втулка	1014.89.27	2	+	+	+	
Пробка	1014.89.47	6	+	+	+	
Передняя стенка с наплавкой	1041.01.05сб	1	+	+		+
Днище ковша	1041.01.100	1	+	+	+	
Засов днища	1041.01.106	1	+	+	+	
Плита днища	1041.01.101-1	1	+	+	+	
Валик	1041.01.103-1	4	+	+	+	
Петля днища	1014.89.12-2	2	+	+	+	
Палец	1041.01.108-1	1	+	+	+	
Цепь	1036.01.103сб-1	1	+	+	+	
Механизм торможения днища ковша	1044.01.200-1	1	+		+	
То же	1041.01.200-1	1		+	+	
Диск (лента тормозная асбестовая тип А 10×160 (ГОСТ 1198—55), длина 600 *мм*	15.17791	8	+		+	
Диск поворотный . . .	15.17789сб-1	2	+		+	
Втулка	1044.01.207	4	+		+	
Валик ⌀ 70	1044.01.206	1	+		+	
Пружина	1014.89.83	2	+	+	+	
Диск (лента тормозная асбестовая тип А 160×10 (ГОСТ 1198—55), длина 500 *мм*		8		+	+	
Механизм открывания днища ковша	1044.04.00-1	1	+		+	
То же	1014.54.00-1	1		+	+	
Лебедка механизма открывания	1041.04.100-2	1	+		+	
Редуктор	1041.04.130сб-1	1	+		+	
Колесо	1041.04.157	1	+		+	
Вал	1041.04.145	1	+		+	
Вал-шестерня	1041.04.156	1	+		+	

Узлы и детали	№ чертежа	Число деталей (комплектов)	Применение детали на экскаваторе		Заменяемая деталь	Деталь длительного срока службы
			ЭКГ-4,6Б	ЭКГ-4,6А		
Барабан	1041.04.136сб	1	+		+	
»	1014.54.10сб	1		+	+	
Крышка	1041.04.134	1	+			+
Корпус	1041.04.135	1	+			+
Обойма с блоком	1001.35.43сб	1	+	+	+	
Блок уравнительный	1001.35.44	1	+	+	+	
Обойма уравнительного блока	1001.35.45	1	+	+	+	
Рукоять ковша	1044.02.00-1	1	+			+
» »	1014.52.00-6	1		+		+
Корпус рукояти	1044.02.100-1	1	+			+
Упор	1044.02.02-1	2	+		+	
»	1001.02.20-4	2		+	+	
Втулка	1001.02.22	6	+	+	+	
»	1044.02.11	4	+		+	
Корпус рукояти с рейками	1044.02.04сб-1	1	+			+
Рейка в сборе	1044.02.05сб-1	2	+		+	
» рукояти	1036.02.03	14	+	+	+	
Тяга	1044.02.07сб	2	+		+	
»	1014.89.05-4	2		+	+	
Балка рукояти	1014.52.82сб	2		+		+
Концевая отливка	1001.02.11-5	1		+		+
Палец	1001.02.15-2	2		+	+	
Двуногая стойка	1041.12.00	1	+	+		+
Обойма блока	1041.12.01сб	1	+	+	+	
Ось	1001.12.04-3	1	+	+	+	
Блок	1014.53.46	4	+	+	+	
Палец	1001.12.09-2	2	+	+	+	
»	1001.12.10-2	4	+	+	+	
Ось блока	1041.12.03	1	+	+	+	
Клин	15.02408	1	+	+	+	
Втулка коническая № 1	Нор 131262	1	+	+	+	
Башмак	1041.12.05сб	2	+	+	+	
Стойка двуноги	1014.62.100-1	1	+	+		+
Подъемная лебедка	1041.09.00	1	+	+		+
Эластичная муфта	1041.09.100	1	+	+	+	
Полумуфта	1041.09.101-1	1	+	+	+	
»	1041.09.102-1	1	+	+	+	
Диск	1001.09.369	4	+	+	+	
Палец	1001.09.375-2	8	+	+	+	
Муфта промежуточного вала	1014.59.200-4	1	+	+	+	
Полумуфта	1014.59.201-4	1	+	+	+	
»	1014.59.202-4	1	+	+	+	
Сухарь	1010.09.95сб-1	6	+	+	+	
Редуктор	1041.09.300	1	+	+		+
Вал редуктора	1014.59.304сб-1	1	+	+	+	

Узлы и детали	№ чертежа	Число деталей (комплектов)	Применение детали на экскаваторе		Заменяемая деталь	Деталь длительного срока службы
			ЭКГ-4,6Б	ЭКГ-4,6А		
Вал редуктора	1014.59.303	1	+	+	+	
Колесо зубчатое	1014.59.306-1	1	+	+	+	
Кожух	1014.59.302сб	1	+	+		+
Вал-шестерня	1041.09.301	1	+	+	+	
Корпус редуктора . . .	1014.59.308-4	1	+	+		+
Крышка подшипника	1014.59.309-1	2	+	+		+
Болт М48×480	К 374	4	+	+	+	
Гайка М48 (ГОСТ 5915—62)	К 331-1	8	+	+	+	
Уплотнение НР120 Н2602	Д 385	1	+	+	+	
» НР190 Н2602	Д 385	2	+	+	+	
Правая стойка	1001.09.13-3	1	+	+		+
Крышка подшипника	1001.09.14	1	+	+		+
Шпилька М64×630 . . .	1001.09.16	2	+	+	+	
Гайка М64 К297 . . .	0.00858	4	+	+	+	
» М64 К300 . . .	0.00884	2	+	+	+	
Стойка левая	1014.59.422сб-3	1	+	+		+
Крышка подшипника	1001.09.14	1	+	+		+
» »	1014.59.428-1	1	+	+		+
» »	1014.59.416-1	1	+	+		+
Шпилька М48×280 А-1-К	0.03560	4	+	+	+	
Гайка М48	К 335	8	+	+	+	
Шпилька М64×630 . . .	1001.09.16	2	+	+	+	
Гайка М64 К297 . . .	0.00858	4	+	+	+	
» М64 К300 . . .	0.00884	2	+	+	+	
Шпилька М48×775 . . .	1001.09.260-1	8	+	+	+	
Болт	1014.59.458	2	+	+	+	
»	1014.59.455	4	+	+	+	
» М36×3×185 . . .	1014.59.453-1	24	+	+	+	
» М36×3×185 . . .	1014.59.452	7	+	+	+	
Вал-шестерня	1014.59.424-1	1	+	+	+	
Вал барабана	1014.59.421сб-4	1	+	+	+	
Барабан ∅ 1050 . . .	1001.09.04-7	1	+	+	+	
Вал барабана	1014.59.421сб-3	1	+	+	+	
Болт М30×160	1001.09.204	2	+	+	+	
» М30×160	1001.09.205	2	+	+	+	
Шайба	1014.59.423-1	2	+	+	+	
Фланец глухой	1014.59.425-1	1	+	+	+	
Колесо зубчатое	1009.09.37-2	1	+	+	+	
Фланец	1014.59.454	2	+	+	+	
Ось барабана	1001.09.04-4	1	+	+	+	
Тормоз	1014.59.500-2	1	+	+		+
Стойка	1014.59.509-1	1	+	+	+	
Пружина	1001.09.160	1	+	+	+	
»	1001.09.162	2	+	+	+	
Лента тормозная . . .	1014.59.520сб	1	+	+	+	
» » . . .	1014.59.517сб	1	+	+	+	
» » . . .	1014.59.521сб	1	+	+	+	

Узлы и детали	№ чертежа	Число деталей (комплектов)	Применение детали на экскаваторе		Заменяемая деталь	Деталь длительного срока службы
			ЭКГ-4,6Б	ЭГК-4,6А		
Лента тормозная	1014.59.505сб-1	1	+	+	+	
Лента тормозная асбестовая тип А 130×10 (ГОСТ 1198—55), длина 1360 *мм*	—	1	+	+	+	
Лента тормозная асбестовая тип А 130×10 (ГОСТ 1198—55), длина 1070 *мм*	—	1	+	+	+	
Цилиндр	1014.59.600	1	+	+	+	
Пружина наружная	1001.14.42-1	1	+	+	+	
» внутренняя	1001.14.43-1	1	+	+	+	
Шток	1001.14.46	1	+	+	+	
Вилка	1001.14.45	1	+	+	+	
Поршень	1014.59.604	1	+	+	+	
Корпус цилиндра	1014.59.601	1	+	+	+	
Крышка	1014.59.602	1	+	+	+	
Шайба поршня	1014.59.603	1	+	+	+	
Манжета 200 (ГОСТ 6678—53)	—	1	+	+	+	
Кожух	1014.59.700	1	+	+	+	
Втулка 120×60	1001.10.101	2	+	+	+	
Лебедка для подъема стрелы	1001.10.00-2	1	+	+		+
Барабан	1001.10.60-4	1	+	+		+
Звездочка	1001.10.04	1	+	+	+	
»	15.11253-1	1	+	+	+	
Втулочно-роликовая цепь ЦВР-$1^{3}/_{4}$″ с одним соединительным звеном 58 шт., $l = 2578$	—	1	+	+	+	
Шайба	1001.10.98	1	+	+	+	
»	1001.10.08.3	1	+	+	+	
Вал червячный	1001.10.10-6	1	+	+	+	
Корпус	1001.10.05-4	1	+	+		+
Крышка	1001.10.01-2	1	+	+		+
Стакан	1001.10.39-2	1	+	+	+	
Втулка 85×137	1001.10.06	1	+	+	+	
Шкив тормозной	1001.10.38	1	+	+	+	
Втулка 85×82	1001.10.97-2	1	+	+	+	
Стакан	1001.10.91	2	+	+	+	
Пружина	1001.10.42-1	1	+	+	+	
Шайба	1001.10.117сб	1	+	+	+	
Ось барабана	1001.10.62	1	+	+	+	
Втулка 120×140	1001.10.102	1	+	+	+	
Кронштейн	1001.10.56-3	1	+	+	+	
Лента тормозная	1001.10.71сб	1	+	+	+	

Узлы и детали	№ чертежа	Число деталей (комплектов)	Применение детали на экскаваторе		Заменяемая деталь	Деталь длительного срока службы
			ЭКГ-4,6Б	ЭКГ-4,6А		
Лента тормозная асбестовая тип А 70×6 (ГОСТ 1198—55), длина 845 *мм*	1001.10.76	1	+	+	+	
Червячное колесо	1001.10.77сб-1	1	+	+	+	
Клин	15.02408	1	+	+	+	
Установка вентилятора на двигателе подъема	1001.23.01сб-6	1	+	+		+
Вентилятор	1001.23.02сб-2	1	+	+		+
Корпус	1001.23.03	1	+	+		+
Рабочее колесо ∅ 400	2814-00	1	+	+	+	
Пневматическая система управления	1041.14.00-1	1	+	+		+
Установка компрессора ЭК-4	1041.14.500	1	+	+	+	
Пневмосистема кабины	1019.86.70	1	+	+		+
Воздухосборник	1014.64.100-1	1	+	+		+
Корпус воздухосборника	1014.64.101сб-1	1	+	+		+
Электропневматический распределитель 3/4″ одноклапанный	5029.09.100	3	+	+	+	
Резина клапана	5009.01.12	6	+	+	+	
Кольцо уплотнительное	5029.02.05	3	+	+	+	
Манжета	5005.17.14	3	+	+	+	
Прокладка	5029.02.14	6	+	+	+	
»	5029.02.13	12	+	+	+	
»	5029.05.14	3	+	+	+	
Редуктор поворота	1041.11.00-2	2	+	+		+
Колесо	1041.11.01	2	+	+	+	
Вал-шестерня	1041.11.04	2	+	+	+	
Шкив тормозной	1014.99.57	2	+	+	+	
Шестерня	1041.11.05	2	+	+	+	
Колесо	1041.11.07-2	2	+	+	+	
Вал-шестерня	1041.11.13-2	2	+	+	+	
Уплотнение севанитовое Р260 Н2601	Д 384	2	+	+	+	
Насос шестеренчатый	1041.11.18сб	2	+	+	+	
Корпус	1014.99.02-3	2	+	+		+
Крышка	1014.99.20-4	2	+	+		+
Установка тормоза на двигателе поворота	1014.93.00-2	2	+	+		+
Цилиндр	1014.93.12сб	2	+	+	+	
Валик	1001.11.63	4	+	+	+	
Шайба	1001.11.64	4	+	+	+	
Пружина	1001.11.61	4	+	+	+	
Шпилька	1001.11.62	4	+	+	+	

Узлы и детали	№ чертежа	Число деталей (комплектов)	Применение детали на экскаваторе		Заменяемая деталь	Деталь длительного срока службы
			ЭКГ-4,6Б	ЭКГ-4,6А		
Лента тормозная асбестовая тип А 8×115×320 (ГОСТ 1198—55)	—	4	+	+	+	
Колодка	1001.11.55-2	4	+	+	+	
»	1014.93.15сб	1	+	+	+	
Цилиндр	1009.11.14-1	2	+	+	+	
Шпилька М12×470	1001.11.45	4	+	+	+	
Пружина	1001.11.44	2	+	+	+	
Фланец	1009.11.16	2	+	+	+	
Шток	1014.93.11	2	+	+	+	
Траверса	1014.93.14	4	+	+	+	
Каркас	1014.93.04сб-2	2	+	+		+
Установка вентилятора на двигателе поворота	1033.23.200	2	+		+	
То же	1014.73.200-2	2		+	+	
Корпус	1033.23.202	2	+		+	
»	1014.73.209-1	2		+	+	
Рабочее колесо	1033.23.103	2	+		+	
» »	2-02.00	2		+	+	
Вентилятор	1033.23.201сб	2	+		+	
»	1014.73.208сб	2		+	+	
Центральная цапфа	1001.21.00-1	1	+	+		+
» »	1001.21.10-4	1	+	+		+
Шайба сферическая	1001.21.02	1	+	+	+	
Гайка центральной цапфы	1001.21.03	1	+	+	+	
Стакан верхний	1001.21.14	1	+	+	+	
» нижний	1001.21.15-1	1	+	+	+	
Цепь гусеничная	1001.38.00	2	+	+	+	
Звено гусеничное	1001.38.01-1	72	+	+	+	
Палец звена	1014.90.02	144	+	+	+	
Заклепка	10001.06.47	144	+	+	+	
Роликовый круг	1041.07.00	1	+	+	+	
Рельс кольцевой	1001.07.01-1	2	+	+	+	
Ролик	1001.07.02-1	36	+	+	+	
Ось ролика	1001.07.03-3	36	+	+	+	
Полоса внутренней обоймы	1001.07.04	9	+	+	+	
Полоса наружной обоймы	1001.07.11	3	+	+	+	
Шайба	1001.07.13-2	12	+	+	+	
Нижняя рама	1033.22.00	1	+			+
» »	1033.22.100	1	+			+
Венец зубчатый	1041.22.01	1	+	+		+
Втулка	1033.22.01	1	+		+	
Клин	1001.22.67-2	6	+	+	+	
Втулка	1014.72.05-1	4	+	+	+	

Узлы и детали	№ чертежа	Число деталей (комплектов)	Применение детали на экскаваторе		Заменяемая деталь	Деталь длительного срока службы
			ЭКГ-4,6Б	ЭКГ-4,6А		
Башмак	1041.22.101	4	+		+	
»	1041.22.102	2	+		+	
Гидросистема управления механизмом хода	1033.20.00-1	1	+			+
Золотник $d = 25$	1001.14.136сб-3	2	+	+	+	
Корпус	1001.20.95-4	2	+	+	+	
Золотник	1001.14.201-2	2	+	+	+	
Шайба	1001.20.96	2	+	+	+	
Тяга	1001.14.140-1	2	+	+	+	
Стакан	1001.14.141-2	2	+	+	+	
Манжетодержатель . . .	1001.20.277	2	+	+	+	
Манжета	1001.20.268	2	+	+	+	
Кронштейн	1001.20.99	2	+	+	+	
Втулка соединительная	1001.14.142-2	2	+	+	+	
Клапан редукционный	1001.20.220сб	1	+	+	+	
Колпачок	1010.20.17	1	+	+	+	
Винт подвижной	1010.20.18	1	+	+	+	
Контргайка	1010.20.19	1	+	+	+	
Корпус клапана	1001.20.234	1	+	+	+	
Рукав 12 с арматурой	1001.20.256сб-1	4	+	+	+	
Пружина	1001.14.139-2	2	+	+	+	
Пружина	1010.20.21	1	+	+	+	
Гусеничный ход	1033.06.00	1	+			+
Рама гусеничная правая	1033.06.01	1	+			+
Рама гусеничная левая	1033.06.02	1	+			+
Хомут	1029.06.47-1	4	+		+	
Колесо зубчатое	1041.06.104-1	2	+	+	+	
Шестерня	1041.06.01	2	+	+	+	
Вал	1033.06.03	2	+		+	
Ось натяжная	1041.06.108сб	1	+		+	+
Втулка	1041.06.109	2	+		+	
Ось натяжная	1041.06.110	1	+		+	+
Колесо натяжное в сборе	1041.06.111сб	2	+		+	
» » . . .	1041.06.112	2	+		+	
Втулка	0.03025	2	+		+	
Колесо ведущее	1041.06.114	2	+		+	
» опорное в сборе	1041.06.115сб	6	+		+	
» »	1041.06.116	6	+		+	
Втулка	1041.06.117	6	+		+	
Ось опорная	1041.06.118	6	+		+	
Вал ведущий	1041.06.122	2	+		+	
Шайба	1041.06.123	2	+		+	
»	1041.06.124	4	+		+	
»	1041.06.125	12	+		+	
Втулка	1001.06.40-5	2	+	+	+	
Палец ∅ 55	1001.06.75-2	6	+	+	+	
Шайба	1029.06.62	2	+		+	

Узлы и детали	№ чертежа	Число деталей (комплектов)	Применение детали на экскаваторе		Заменяемая деталь	Деталь длительного срока службы
			ЭКГ-4,6Б	ЭКГ-4,6А		
Хомут	1029.06.213	6	+		+	
Втулка	1029.06.225	2	+		+	
Хомут	1029.06.233	4	+		+	
Редуктор ходового механизма	1033.05.00-1	1	+			+
Вал	1041.55.17	1	+		+	
Колесо зубчатое	1041.55.18	1	+		+	
» смазочное . . .	1041.55.21	1	+		+	
Крышка	1041.55.22	1	+		+	
Втулка	1041.55.24	1	+		+	
Крышка	1041.55.25	1	+		+	
Полумуфта	1041.55.27	1	+		+	
Крышка лабиринтная	1041.55.35	1	+		+	
Вал-шестерня	1033.05.03	1	+		+	
Втулка	1041.55.37	1	+		+	
Полумуфта	1001.05.264	1	+		+	
Корпус подшипника	1041.55.40	1	+		+	
Крышка	1041.55.41	1	+		+	
Кольцо сп 197-168-12 (ГОСТ 6308—61) . . .	0.04570 Д530	1	+		+	
Вал	1041.55.45	1	+		+	
Фланец	1041.55.47	1	+		+	
Шайба сферическая . . .	1041.55.50	4	+		+	
Вал I	1033.05.01сб	1	+		+	
Вал-шестерня	1041.55.03	1	+		+	
Колесо	1033.05.02	1	+		+	
Шайба упорная	1041.55.01	1	+		+	
Блок	1041.55.10сб	1	+		+	
Вал-шестерня	1041.55.11	1	+		+	
Колесо	1041.55.12	1	+		+	
Манжета НР220 Н2602	Д 385	2	+		+	
Корпус левый	1041.55.19	1	+			+
» правый	1041.55.46	1	+			+
Муфта	1001.05.46сб-3	1	+	+	+	
Шкив тормозной	1001.05.49-4	1	+	+	+	
Диск	1001.05.265	3	+	+	+	
Муфта переключения левая	1033.05.100	1	+		+	
Муфта переключения правая	1033.05.200	1	+		+	
Диск кулачковый . . .	1041.55.107	2	+		+	
Шток направляющий	1041.55.108	4	+		+	
Полумуфта ведомая	1041.55.112	2	+		+	
Сухарь	1041.55.111	2	+		+	
Полумуфта ведущая	1041.55.110	2	+		+	
Втулка	1041.55.109	2	+		+	
Полухомут	1041.55.117	4	+		+	

Узлы и детали	№ чертежа	Число деталей (комплектов)	Применение детали на экскаваторе		Заменяемая деталь	Деталь длительного срока службы
			ЭКГ-4,6Б	ЭКГ-4,6А		
Обойма	1041.55.116	2	+		+	
Диск	1041.55.101сб	2	+		+	
Цилиндр	1033.05.300	4	+		+	
»	1041.55.106	4	+		+	
Манжета 45×65 (ГОСТ 6969—54)	Д 728	8	+		+	
Втулка	1041.55.113	8	+		+	
Воротник 60×36	Д 539	8	+		+	
Поршень	1041.55.104	4	+		+	
Установка тормоза на двигателе хода	1041.55.200	1	+	+		+
Колодка	1014.93.15сб	2	+	+	+	
Цилиндр	1001.11.40сб	1	+	+	+	
»	1001.11.41	1	+	+	+	
Поршень	1001.11.42	1	+	+	+	
Манжет ∅ 50	5005.17.14	1	+	+	+	
Шток	1001.11.43	1	+	+	+	
Пружина	1001.11.44	1	+	+	+	
Каркас	1041.55.201сб	1	+	+		+
Гидросистема управления механизмом хода	1001.20.00-7	1		+		+
Стойка	1001.20.249-1	2		+	+	
Цилиндр	1001.20.239сб	2		+	+	
Валик	1001.20.46-1	2		+	+	
Рычаг	1001.20.250сб	2		+	+	
Механизм переключения	1001.20.252сб-1	2		+	+	
Вилка	1001.20.45-2	2		+	+	
Гусеничный ход	1001.06.00-6	1		+		+
Рама гусеничная левая	1001.06.02-5	1		+		+
Рама гусеничная правая	1001.06.01-5	1		+		+
Втулка	1001.06.37-4	1		+	+	
Шайба	1001.06.98	12		+	+	
Полуось ведущая	1001.06.06-6	2		+	+	
Вал	1001.06.07-4	2		+	+	
Шестерня	1041.06.01	2	+	+	+	
Втулка	1001.06.40-5	2	+	+	+	
Шайба	1001.06.16-1	4		+	+	
Колесо ведущее	1001.06.08-5	2		+	+	
» зубчатое	1001.06.104	2	+	+	+	
Ось опорная	1001.06.20-2	6		+	+	
Хомут	1001.06.76-1	12		+	+	
»	1001.06.68-1	4		+	+	
Палец	1001.06.75-2	6	+	+	+	
Шайба	1001.06.12-2	2		+	+	
»	1001.06.74-1	6		+	+	

Узлы и детали	№ чертежа	Число деталей (комплектов)	Применение детали на экскаваторе		Заменяемая деталь	Деталь длительного срока службы
			ЭКГ-4,6Б	ЭКГ-4,6А		
Ось натяжная в сборе	1001.06.69сб-4	1		+		+
» »	1001.06.03-8	1		+		+
Втулка	1001.06.84-1	2		+	+	
Колесо натяжное в сборе	1041.06.03сб	2		+	+	
Колесо натяжное . . .	1001.06.10-8	2		+	+	
Втулка	0.03025	2		+	+	
Колесо опорное в сборе	1041.06.05сб	6		+	+	
» »	1001.06.09-6	6		+	+	
Втулка	1001.06.71-1	6		+	+	
Нижняя рама	1041.22.00	1		+		+
» »	1041.22.100	1		+		+
Венец зубчатый	1041.22.01	1	+	+		+
Клин	1001.22.67-2	6	+	+	+	
Вкладыш нижний . . .	1001.22.69-3	1		+	+	
» верхний . . .	1001.22.70-3	1		+	+	
» » . . .	1001.22.72-3	1		+	+	
» нижний . . .	1001.22.73-3	1		+	+	
Втулка	1014.72.05-1	1	+	+	+	
Ходовой механизм . . .	1041.05.00	1		+		+
Вал поперечный	1001.05.06-1	1		+	+	
Колесо зубчатое	1041.05.18	1		+	+	
Шестерня	1041.05.15	1		+	+	
Кольцо лабиринтное	1041.05.06	1		+	+	
Вал продольный	1041.05.10-1	1		+	+	
Кольцо лабиринтное	1041.05.08	2		+	+	
Колесо зубчатое	1041.05.104	1		+	+	
Вал промежуточный	1001.05.15сб-2	1		+	+	
Шестерня	1041.05.16	1		+	+	
Вал	1001.05.16-2	1		+	+	
Кольцо лабиринтное	1001.05.18-2	1		+	+	
Втулка коническая . . .	1001.05.19-1	1		+	+	
Муфта переключения	1001.05.175сб-2	2		+	+	
Полумуфта	1001.05.176	2		+	+	
Втулка	1001.05.177-1	2		+	+	
Полухомут	1001.05.181-1	4		+	+	
Обойма	1001.05.05	2		+	+	
Диск кулачковый . . .	1001.05.182-2	2		+	+	
Шайба	1001.05.183-2	2		+	+	
Полумуфта кулачковая	1001.05.184-2	2		+	+	
Диск	1001.05.178сб-1	2		+	+	
Муфта	1001.05.46сб-3	1	+	+	+	
Шкив тормозной	1001.05.49-4	1	+	+	+	
Редуктор	1001.05.85сб-3	1		+		+
Корпус редуктора . . .	1001.05.86-3	1		+		+
Крышка редуктора . . .	1001.05.87-1	1		+		+

Узлы и детали	№ чертежа	Число деталей (комплектов)	Применение детали на экскаваторе ЭКГ-4,6Б	Применение детали на экскаваторе ЭКГ-4,6А	Заменяемая деталь	Деталь длительного срока службы
Кольцо сп 173-143-12 (ГОСТ 6308—61) . . .	1001.05.72-1	2		+	+	
Вал пустотелый	1001.05.96-1	1		+	+	
Шестерня	1001.05.94-1	1		+	+	
Вал II	1001.05.130сб	1		+	+	
Вал-шестерня	1001.05.131-3	1		+	+	
Шестерня	1001.05.132-1	1		+	+	
Шестерня коническая ведущая	1001.05.107сб-3	1		+	+	
Вал III	1001.05.93сб-1	1		+	+	
Шестерня коническая	1001.05.108-1	1		+	+	
Втулка переходная . . .	1001.05.116-1	1		+	+	
Крышка горловины уплотнительная . . .	1001.05.117-2	1		+	+	
Кольцо уплотнительное среднее	1041.05.106	1		+	+	
Кольцо уплотнительное крайнее	1041.05.105	1		+	+	
Вал I	1001.05.101сб	1		+	+	
Вал-шестерня	1001.05.102-3	1		+	+	
Шестерня коническая ведомая	1001.05.103-1	1		+	+	
Смазка редуктора . . .	1001.05.140сб-3	1		+	+	
Насос плунжерный . . .	1001.05.141сб-3	1		+	+	
Плунжер	1001.05.151-2	1		+	+	
Толкатель	1001.05.173-1	1		+	+	
Полумуфта	1001.05.264	1		+	+	
Корпус	1001.05.142-3	1		+	+	
Штуцер	1001.05.143-1	1		+	+	
Плунжер	1001.05.172	1		+	+	
Пружина 4×30×90 (проволока II ГОСТ 9389—60)	1001.05.147-1	1		+	+	
Пружина 3×20×90 (проволока II ГОСТ 9389—60)	1001.05.148-1	1		+	+	
Гнездо горловины . . .	1001.05.111-1	1		+	+	
Эксцентрик	1001.05.106	1		+	+	
Тормоз ходового механизма	1001.05.250-1	1		+		+
Поворотная платформа	1041.13.00-1	1	+	+		+
» рама . . .	1041.13.01-1	1	+	+		+
Корпус противовеса	1041.13.401сб	1	+	+		+
Кузов	1041.15.00	1	+	+		+
Кабина машиниста . . .	1019.86.00-1	1	+	+		+

Установочные параметры отдельных узлов

Наименование узлов	Обозначение маркировки, схема соединения	Технические данные	
		расчетные	наладочные
Узел задающей обмотки УМСП-2	32 (1) 33 (2) 34; 36 (4) 35 (3); 4СУП	$R_{32-33} = 85$ *ом*; $R_{33-34} = 82$ *ом*; $R_{34-35} = 82$ *ом*; $R_{35-36} = 300$ *ом*. (*1*) — сопротивление типа ПЭВР-50 $R = 200$ *ом*; (*2*), (*3*) и (*4*) — сопротивления типа ПЭВ-50	
	21 (1) 2; 31; 3СУП	$R_{21-31} = 24$ *ом*; $R_{31-2} = 24$ *ом*. (*1*) — цилиндр сопротивления СР-314 $R = 48$ *ом*	
	31 32; 2Н1 2Н2; УМСП-2	Обмотки управления $w = 280 \times 2 = 560$ витков, $R = 11{,}3 \times 2 = 22{,}6$ *ом*	
	Токи в обмотке УМСП-2	I положение 100 *ма*; II » 210 *ма*; III » 290 *ма*; IV » 480 *ма*	I положение = II » = III » = IV » =

Наименование узлов	Обозначение маркировки, схема соединения	Технические данные	
		расчетные	наладочные
Узел обмотки УМСП-6 жесткой обратной связи по напряжению генератора	24 (1) (2) (3)	R_{24-40} = 2400 *ом*; (*2*) и (*3*) — сопротивления типа ПЭВ-50 R = 910 *ом*. (*1*) — сопротивление ПЭВР-50 R = 910 *ом*	Исключается на панелях типов: ПА4401-42Г1, ПГА4401-42Г1Т, ПГА4402-42И1, ПГА4402-42И1Т, ПГА4401-42И1, ПГА4401-42И1Т
	10 12 6Н2 6Н1 УМСП-6	Обмотка управления w = 560×2 = 1120 витков; R = 69×2 = 138 *ом*	
Узел токовой обмотки УМСП-1	3 (1) (2) (3) 7 40 23 1СУП	R_{40-7} = 0,80 *ом*; R_{40-23} = 0,80 *ом*. (*1*), (*2*) и (*3*) — цилиндры сопротивления СР-333 R = 0,75 *ом*	
	28 (1) 15 4СДП	R_{28-15} = 15 *ом*. (*1*) — сопротивление типа ПЭВР-50 R = 51 *ом*	

Наименование узлов	Обозначение маркировки, схема соединения	Технические данные	
		расчетные	наладочные
Узел токовой обмотки УМСП-1	7, 23, ВГП, 28, 2Р	Диод германиевый Д-304 (ВК-10) с радиатором ∅ 80 *мм*, 5 *а*, 100 *в*	
	20, 28, 1Н1, 1Н2, УМСП-1	Обмотка управления $w = 60 \times 2 = 120$ витков, $R = 0{,}224 \times 2 = 0{,}448$ *ом*	
Узел обмотки независимого возбуждения генератора	41, (1), 46, 1СБП, 42, (2), (3), 43, 2СБП, (4)	$R_{41-46} = 2{,}0$ *ом*; $R_{42-43} = 2{,}0$ *ом*. (*1*), (*2*), (*3*) и (*4*) — цилиндры сопротивления СР-325 $R = 4{,}8$ *ом*	
	41, 43, (Н1), (Н2), 42, 46, (Н3) ГП(овн) (Н4)	Обмотка независимого возбуждения генератора $R = 1{,}5$ *ом*. Ток каждой независимой обмотки $I_н = 12{,}8$ *а*	
Узел обмотки гибкой обратной связи по току главной цепи и реле максимального тока	19, (1), 17, 9СДП	$R_{19-17} = 30$ *ом*. (*1*) — сопротивление ПЭВР-50 $R = 51$ *ом*	

Наименование узлов	Обозначение маркировки, схема соединения	Технические данные	
		расчетные	наладочные
Узел обмотки гибкой обратной связи по току главной цепи и реле максимального тока	УМСП-4; 18 17; (4Н1) (4Н2)	Обмотка управления $w = 315 \times 2 = 630$ витков, $R = 11{,}1 \times 2 = 22{,}2$ *ом*	
	УТСП; 19 18; СТП1 СТП2	Обмотка стабилизации $w = 30 \times 4 = 120$ витков, $R = 1{,}0$ *ом*	
	20 40; РТМП	Реле максимального тока типа РЭВ-821, $U_{вт} = 30$ *в*	
Узел обмотки самовозбуждения генератора и обмотки УМСП-5 гибкой обратной связи по напряжению генератора	40 (1) (2) (3) 9; 2СДП; 24	$R_{40-24} = 118{,}5$ *ом*; $R_{9-24} = 21{,}5$ *ом*. (*1*), (*2*) и (*3*) — цилиндры сопротивления типа СР-314 $R = 48$ *ом*	Маркировка *24* вводится на панели типа ПГА4401—42И1
	10 9; Ш1 Ш2	Обмотка самовозбуждения $R = 17{,}8$ *ом*, $I_н = 4{,}14$ *а*	
	10 (1) 26; 1СДП	$R_{10-26} = 250$ *ом*. (*1*) — сопротивление типа ПЭВ-50 $R = 910$ *ом*	Исключена на панели типа ПГА4401-42Г1

Наименование узлов	Обозначение маркировки, схема соединения	Технические данные	
		расчетные	наладочные
Узел обмотки самовозбуждения генератора и обмотки УМСП-5 гибкой обратной связи по напряжению генератора	26 (1) (2) 40 6СДП	$R_{26-40} = 1820$ *ом*. (*1*) и (*2*) — сопротивления типа ПЭВР-50 $R = 1100$ *ом*	Исключена на панели типа ПГА4401-42Г1
	12 (1) 24 7СДП	$R_{12-24} = 650$ *ом*. (*1*) — сопротивление типа ПЭВР-50 $R = 1100$ *ом*	
	9 12 5Н1 5Н2 (Резерв)	Обмотка управления $w = 315 \times 2 = 630$ витков, $R = 12{,}3 \times 2 = 24{,}5$ *ом*	
Узел обмотки возбуждения двигателя	3 (1) (2) 13 (3) 3СДП (4) 11	$R_{3-13} = 7{,}20$ *ом*; $R_{3-11} = 1{,}4$ *ом*. (*1*) и (*2*) — цилиндры сопротивления типа СР-333 $R = 0{,}75$ *ом*	
	13 4 Ш1 ДП(ов) Ш2	Обмотки возбуждения двигателя $R = 3{,}5$ *ом*, $I = 25$ *а* в холодном состоянии, $I = 20{,}5$ *а* в горячем состоянии	
Реле замедления	231а Р3	Реле РЭ821 48 *в*	

Наименование узлов	Обозначение маркировки, схема соединения	Технические данные	
		расчетные	наладочные
Узел задающей обмотки УМСН-2	(1) 132 133 (2) 134 136 (4) 135 (3) 4СУН	$R_{132-133} = 90$ *ом*; $R_{133-134} = 120$ *ом*; $R_{134-135} = 220$ *ом*; $R_{135-136} = 1000$ *ом*. (2), (3) и (4) — сопротивления типа ПЭВ-50; (1) — сопротивление типа ПЭВР-50 $R = 200$ *ом*	
	121 (1) 2 131 3СУН	$R_{121-131} = 24$ *ом*; $R_{131-2} = 24$ *ом*. (1) — цилиндр сопротивления СР-314 $R = 48$ *ом*	
	131 132 (2Н1) (2Н2) УМСН-2	Обмотка управления $w = 280 \times 2 = 560$ витков, $R = 11{,}3 \times 2 = 22{,}6$ *ом*	
	Токи в обмотке УМСН-2	I положение 40 *ма* II » 112 *ма* III » 213 *ма* IV » 380 *ма*	I положение = II » = III » = IV » =

Наименование узлов	Обозначение маркировки, схема соединения	Технические данные	
		расчетные	наладочные
Узел обмотки УМСН-6 жесткой обратной связи по напряжению генератора	124 (1) (2) (3) 140 5СДН	$R_{124-140} = 2700$ *ом*. (*1*), (*2*) и (*3*) — сопротивления типа ПЭВ-50 $R = 910$ *ом*	$R_{124-140} =$ Исключена на панели типа ПГА4401—42Г1
	110 112 (6Н2) (6Н1) УМСН-6	Обмотка управления $w = 560 \times 2 = 1120$ витков, $R = 69 \times 2 = 138$ *ом*	
Узел токовой обмотки УМСН-1	К К 1СУП (1) (2) 1СУВ 107 140 123 1СУН	$R_{140-107} = 0{,}75$ *ом*; $R_{140-123} = 0{,}75$ *ом*. (*1*) и (*2*) — цилиндры сопротивления СР-333 $R = 0{,}75$ *ом*	
	128 (1) 115 4СДН	$R_{128-115} = 25$ *ом*. (*1*) — сопротивление типа ПЭВР-50 $R = 51$ *ом*	
	107 123 ВГН 128 128	Диод германиевый Д304 (ВК-10) 5 *а*, 100 *в* с радиатором ∅ 80 *мм*	
	120 128 (1Н1) (1Н2)	Обмотка управления $w = 60 \times 2 = 120$ витков, $R = 2 \times 0{,}224 = 0{,}448$ *ом*	

Наименование узлов	Обозначение маркировки, схема соединения	Технические данные	
		расчетные	наладочные
Узел обмотки гибкой обратной связи по току главной цепи и реле максимального тока	119 (1) 117 9СДН	$R_{119-117} = 10$ *ом*. (*1*) — сопротивление типа ПЭВР-50 $R = 51$ *ом*	
	118 117 (4Н1) (4К1) УМСН-4	Обмотка управления $w = (315 \times 2) = 630$ витков, $R = 11{,}1 \times 2 = 22{,}2$ *ом*	
	119 118 СТН1 СТН2 УТСН	Обмотка стабилизации $w = 32 \times 4 = 128$ витков, $R = 1$ *ом*	
	120 140 РТМН	Реле максимального тока РЭВ-821 $U_н = 48$ *в*, $U_{вт} = 21$ *в*	
Узел обмотки самовозбуждения генератора и обмотка УМСН-5 гибкой обратной связи по напряжению генератора	140 (1) (2) 109 2СДН 124	$R_{124-109} = 36$ *ом*; $R_{140-124} = 114$ *ом*. (*1*) и (*3*) — цилиндры сопротивления типа СР-312 $R = 85$ *ом*	Маркировка *124* вводится на панелях типов: ПГА4401-42И1, ПГА4402-42И1
	110 109 Ш1 ГН (шо) Ш2	Обмотка самовозбуждения $R = 30$ *ом*, $I_н = 2{,}0$ *а*	

Наименование узлов	Обозначение маркировки, схема соединения	Технические данные	
		расчетные	наладочные
Узел обмотки самовозбуждения генератора и обмотка УМСН-5 гибкой обратной связи по напряжению генератора	110 (1) 126 1СДН	$R_{110-126}$ = 500 *ом*. (*1*) — сопротивление типа ПЭВ-50 R = 910 *ом*	
	126 (1) (2) 140 6СДН	$R_{126-140}$ = 1820 *ом* (*1*) и (*2*) — сопротивления типа ПЭВ-50 R = 910 *ом*	
	112 124 7СДН	$R_{112-124}$ = 980 *ом*. Сопротивление типа ПЭВР-50 R = 1100 *ом*	
Узел обмотки гибкой обратной связи по напряжению генератора	109 (5Н1) 112 (5Н2) УМСН-5	Не используется на панелях: ПГА4401-42Г1 и ПГА4401-42Г1Т, ПГА4401-42И1 и ПГА4401-42И1Т, ПГА4402-42И1 и ПГА4402-42И1Т. Обмотка управления $w = 315\times2 = 630$ витков, $R = 12{,}3\times2 = 24{,}6$ *ом*	
Узел обмотки независимого возбуждения генератора	141 (1) 146 1СБН (2); 142 (31) 143 2СБН (4)	$R_{141-146}$ = 1,95 *ом*; $R_{142-143}$ = 1,95 *ом*. (*1*), (*2*), (*3*) и (*4*) — цилиндры сопротивления СР-325 R = 4,8 *ом*	

Наименование узлов	Обозначение маркировки, схема соединения	Технические данные	
		расчетные	наладочные
Узел обмотки независимого возбуждения генератора	141 143 (Н1) (Н2); 142 146 (Н4) ГН(овн) (Н3)	Обмотка независимого возбуждения генератора $R = 1{,}73$ *ом* каждой обмотки, $I_н = 10$ *а*	
Узел обмотки возбуждения двигателя	3 (1) 113 ЗСДН	$R_{113-3} = 1{,}8$ *ом.* (*1*) — цилиндр сопротивления СР-331 $R = 1{,}8$ *ом*	
	113 4 Ш1 ДН(ов) Ш2	Обмотка возбуждения двигателя $R = 6{,}3$ *ом*, $I = 15$ *а* в холодном состоянии, $I = 11{,}2$ *а* в горячем состоянии	
	Привод поворота — хода (схема на рис. 149)		
Узел задающей обмотки	232 (1) 233 (2) 234; 236 (4) 235 (3)	$R_{232-233} = 200$ *ом*; $R_{233-234} = 75$ *ом*; $R_{234-235} = 200$ *ом*; $R_{235-236} = 300$ *ом.* (*2*), (*3*) и (*4*) — сопротивления типа ПЭВ-50; (*1*) — сопротивление ПЭВР-50 $R = 200$ *ом*	

Наименование узлов	Обозначение маркировки, схема соединения	Технические данные	
		расчетные	наладочные
Узел задающей обмотки	221, 2, 231, 3СУВ	$R_{221-231} = 24$ *ом*; $R_{231-2} = 24$ *ом*. Цилиндр сопротивления СР-314 $R = 48$ *ом*	
	231, 232, (2Н1), (2Н2), УМСВ-2	Обмотка управления $w = 280\times 2 = 560$ витков, $R = 11{,}3\times 2 = 22{,}6$ *ом*	
	Токи в обмотке УМСВ-2	I положение = 80 *ма*; II » = 130 *ма*; III » = 240 *ма*; IV » = 360 *ма*	I положение = II » = III » = IV » =
Узел обмотки УМСВ-6 жесткой обратной связи по напряжению генератора	240, (1), (2), (3), 215, 224, (4), 5СДВ	$R_{224-240} = 3100$ *ом*; $R_{224-215} = 910$ *ом*. (*1*), (*2*), (*3*) и (*4*) — сопротивления типа ПЭВ-50 $R = 910$ *ом*	Исключена на панелях типов: ПГА4401-42Г, ПГА4401-42Г1Т, ПГА4401-42И1, ПГА4401-42И1Т, ПГА4402-42И1, ПГА4402-42И1
	210, 212, (6Н2), (6Н1), УМСВ-6	Обмотка управления $w = 560\times 2 = 1120$ витков, $R = 69\times 2 = 138$ *ом*	

Наименование узлов	Обозначение маркировки, схема соединения	Технические данные	
		расчетные	наладочные
Узел токовой обмотки УМСВ-1	К 1СУН (1) (2) 4; 207 240 223; 1СУВ	$R_{240-207} = 0{,}75$ *ом*; $R_{240-223} = 0{,}75$ *ом*. (*1*) и (*2*) — цилиндры сопротивления СР-333 $R = 0{,}75$ *ом*	
	223 208; 4СДВ	$R_{223-208} = 3{,}5$ *ом*. (*1*) — цилиндр сопротивления СР-325 $R = 4{,}8$ *ом*	
	207 223; 228 ВГВ 228	Диод германиевый Д304 (ВК-10) 5 *а*, 100 *в* с радиатором ∅ 80 *мм*	
	220 228; (1Н1) (1Н2); УМСВ-1	Обмотка управления $w = 60\times 2 = 120$ витков, $R = 0{,}224\times 2 = 0{,}448$ *ом*	
Узел обмотки гибкой обратной связи по току главной цепи, реле максимального тока, реле напряжения	219 (1) 217; 9СДВ	$R_{219-217} = 10$ *ом*. (*1*) — сопротивление типа ПЭВР-50 $R = 51$ *ом*	
	218 217; (4Н1) (4Н2); УМСВ-4	Обмотка управления $w = 315\times 2 = 630$ витков, $R = 11{,}1\times 2 = 22{,}2$ *ом*	

Наименование узлов	Обозначение маркировки, схема соединения	Технические данные	
		расчетные	наладочные
Узел обмотки гибкой обратной связи по току главной цепи, реле максимального тока, реле напряжения	219 218 СТВ1 СТВ2 УТСВ	Обмотка стабилизации $w = 60 \times 2 = 120$ витков, $R = 1{,}10$ *ом*	
	(290) (300) 220 240 РТМВ	Реле максимального тока типа РЭВ-821 $U_н = 48$ *в*, $U_{вт} = 20$ *в*	
	214 (1) 214^a (2) 209 СД1	$R_{214-214a} = 75$ *ом*. (*1*) — сопротивление типа ПЭВ-50	$R_{214a-209} = 360$ *ом*. (*2*) — сопротивление типа ПЭВ-50
	(214) (240) 214 РН 224^a	Реле типа РЭВ-821 $U_{вт} = 48$ *ом*, $U_{отп} = 12$ *в*	
Узел обмотки самовозбуждения генератора и обмотки гибкой обратной связи по напряжению генератора	240 (1) (2) (3) (6) 2СДВ (5) (4) 209 224 224^a	$R_{240-224} = 250$ *ом*; $R_{224-209} = 10$ *ом*; $R_{209-224} = 80$ *ом*. (*1*), (*2*) и (*3*) — цилиндры сопротивления	Маркировка *224* вводится на панелях: ПГА4402-42И1, ПГА4402-42И1Т
	210 209 Ш1 ГВ(шо) Ш2	Обмотка самовозбуждения $R = 32$ *ом*, $I_н = 2{,}28$ *а*	

Наименование узлов	Обозначение маркировки, схема соединения	Технические данные	
		расчетные	наладочные
Узел обмотки самовозбуждения генератора и обмотки гибкой обратной связи по напряжению генератора	210 (1) 226 1СДВ	$R_{210-226} = 430$ *ом*. (*1*) — сопротивление типа ПЭВР-50 $R = 910$ *ом*	Исключено на панелях типов: ПГА4401-42Г1, ПГА4401-42Г1Т, ПГА4401-42И1, ПГА4402-42И1Т
	226 (1) (2) 240 6СДВ	$R_{226-240} = 1820$ *ом*. (1) и (*2*) — сопротивления типа ПЭВР-50 $R =$ $= 910$ *ом*	
	212 224 7СДВ	$R_{212-224} = 980$ *ом*.	
	209 212 (5Н1) (5Н2) УМСВ-5	Обмотка управления $w = 315 \times 2 = 630$ витков	
Узел независимого возбуждения генератора	241 (1) 246 1СБВ (2) 242 (3) 243 2СБВ (4)	$R_{242-243} = 2{,}2$ *ом*; $R_{241-246} = 2{,}2$ *ом*. (*1*), (*2*), (*3*) и (*4*) — цилиндры сопротивления СР-325 $R = 4{,}8$ *ом*	

Наименование узлов	Обозначение маркировки, схема соединения	Технические данные	
		расчетные	наладочные
Узел независимого возбуждения генератора	241 (Н1) 243 (Н2); 242 (Н4) 246 (Н3); ГВ(овн)	Обмотка независимого возбуждения генератора $R = 1{,}72$ *ом* каждой обмотки, $I_н = 9{,}8$ *а* каждой обмотки	
Узел обмотки возбуждения двигателя поворота, хода	3 (1) 10СДВ (2); 3 (1) 11СДВ (2)	$R_{-213} = 2{,}2$ *ом*; $R_{-211} = 2{,}2$ *ом*. (*1*) и (*2*) — цилиндры сопротивления СР-331 $R = 1{,}8$ *ом*	
	211 1ДВ(ов) 4; 213 2ДВ(ов)	Обмотка возбуждения двигателей поворота $R = 6{,}3$ *ом*, $I = 13{,}2$ *а* в холодном состоянии, $I = 11{,}6$ *а* в горячем состоянии	
Узел обмотки возбуждения	237 Ш1 238 Ш2; ДХ(ов)	Обмотка возбуждения двигателя хода $U_{возб} = 110$ *в*	
Узел главной цепи двигателя открывания днища ковша	272 (1) (2) (3); (4) (6) (5) 273; (7) СДК 274	$R_{273-274} = 0{,}7$ *ом*; $R_{272-273} = 21$ *ом*. (*1*), (*2*), (*3*) и (*4*) — сопротивления СР-324 $R = 5{,}6$ *ом*; (*5*), (*6*) и (*7*) — сопротивления СР-333 $R = 0{,}75$ *ом*	Схема электродвигателя открывания днища с редуктором ($i = 2{,}125$)

ОГЛАВЛЕНИЕ

Раздел второй

ЭЛЕКТРОПРИВОД ЭКСКАВАТОРОВ ЭКГ-4,6А и ЭКГ-4,6Б

ЯРЦЕВ Григорий Матвеевич, ЖЕЛОБАНОВ Петр Васильевич,
КАМЫШЕВ Борис Семенович, СТАРЕНЬКИЙ Виктор Антонович

ЭКСКАВАТОРЫ ЭКГ-4,6А И ЭКГ-4,6Б

Редактор издательства *С. И. Булатов* Переплет художника *Л. С. Вендрова*
Технический редактор *В. Д. Элькинд* Корректор *Ж. Л. Суходолова*

Сдано в производство 11/IX 1969 г. Подписано к печати 4/V 1970 г. Т-06933
Тираж 30 000 экз. Печ. л. 21,5. Уч.-изд. л. 22,5. Бум. л. 10,75
Формат 60×90 1/16. Цена 89 коп. Заказ № 337

Издательство «МАШИНОСТРОЕНИЕ», Москва, Б-66, 1-й Басманный пер., 3.

Ленинградская типография № 6 Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете Министров СССР
Ленинград, С-144, ул. Моисеенко, 10

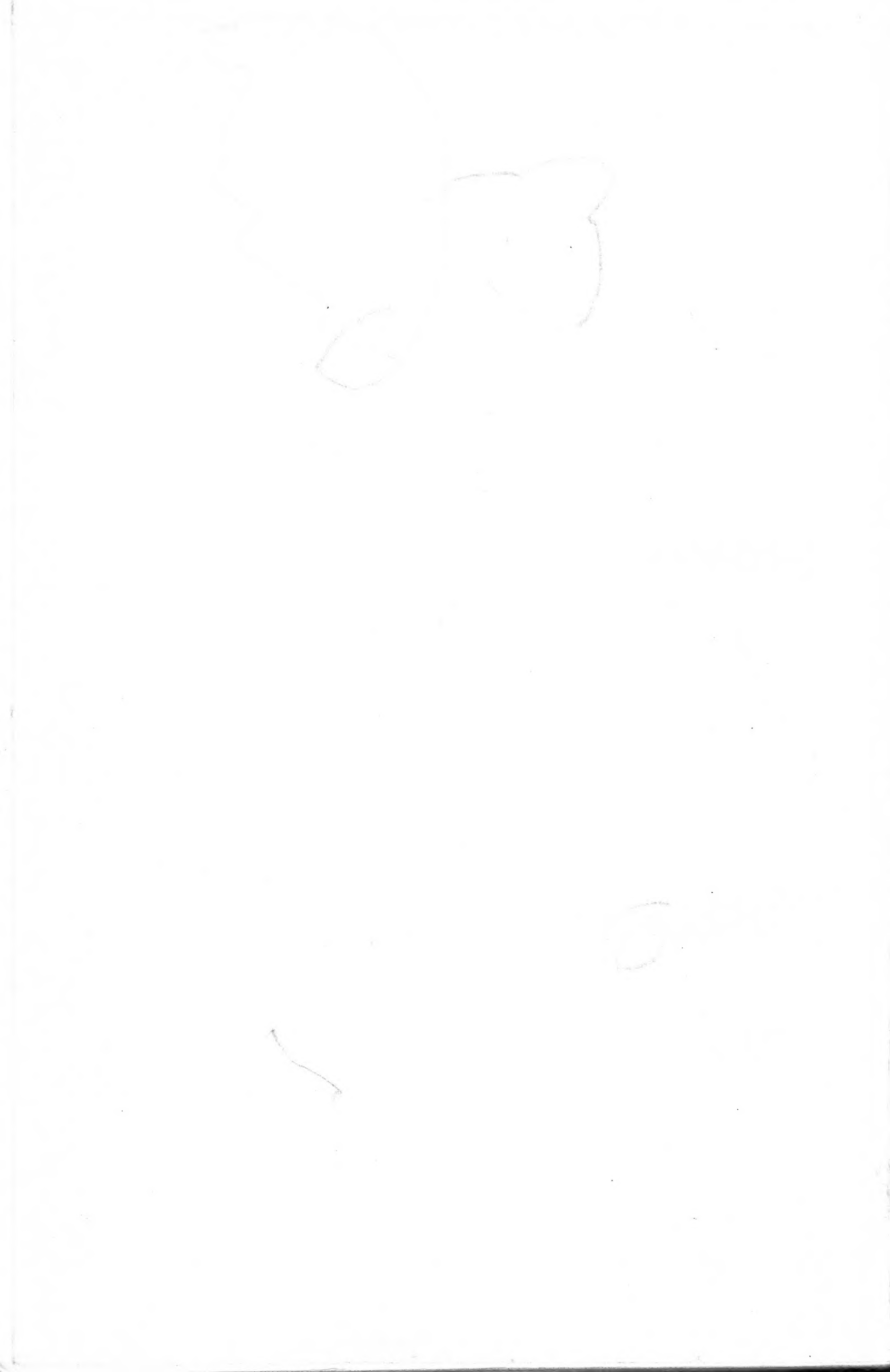
66
67

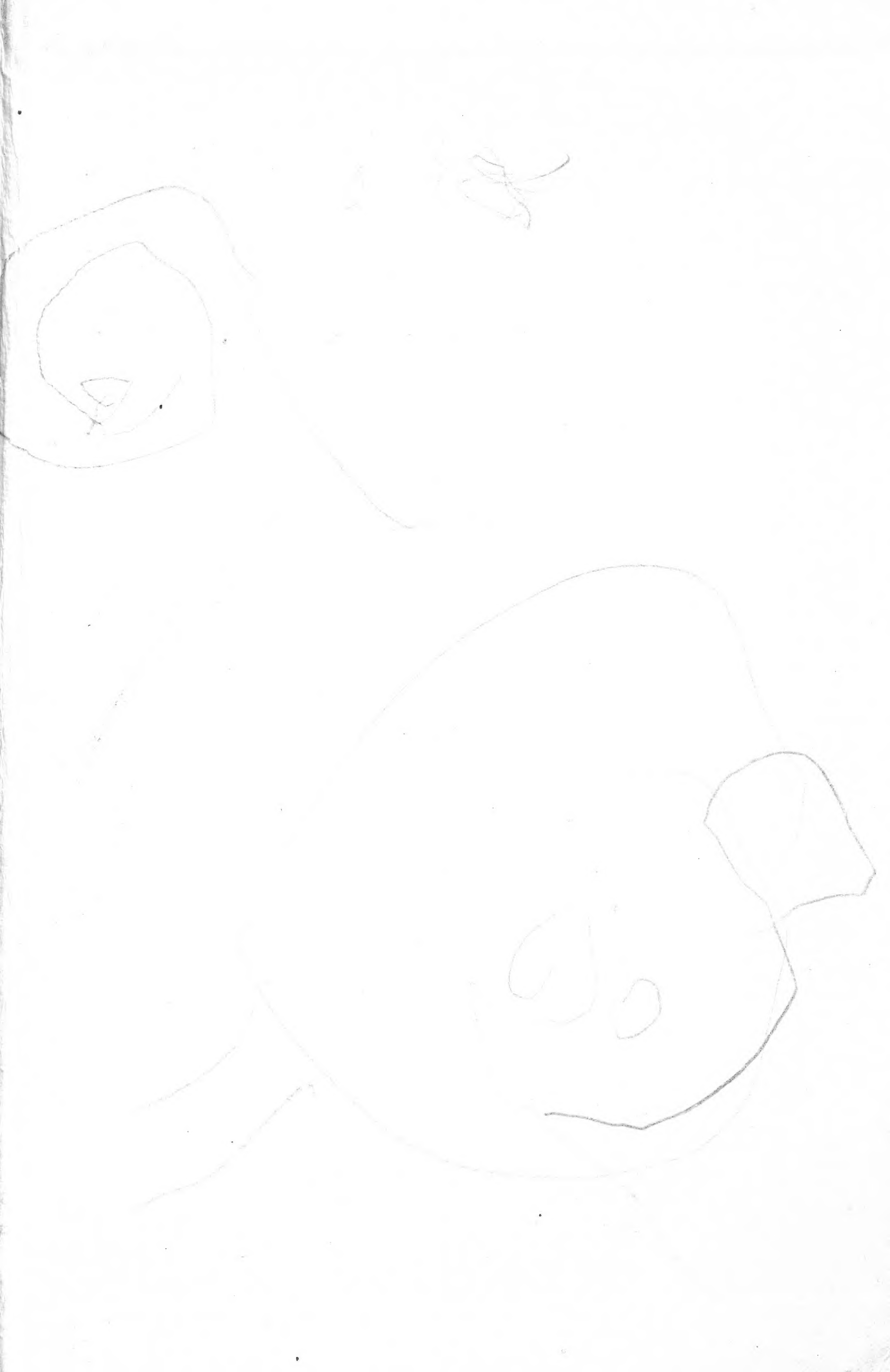
68
70

72

72
74
0
0
2
4
7
8

2
4





89 коп.

ИЗДАТЕЛЬСТВО
«МАШИНОСТРОЕНИЕ»


ЭКСКАВАТОРЫ ЭКГ-4,6А и 4,6Б